

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
26. April 2001 (26.04.2001)

PCT

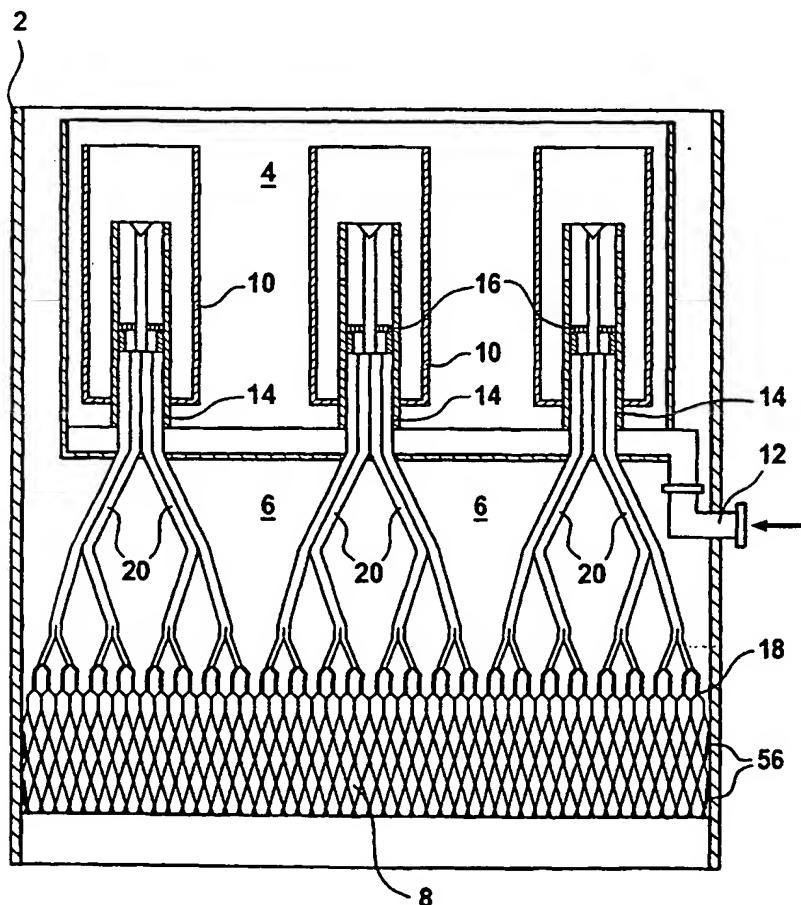
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/28648 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B01D 3/00**, (30) Angaben zur Priorität:
B01J 19/32 199 50 149.1 18. Oktober 1999 (18.10.1999) DE
100 24 142.5 18. Mai 2000 (18.05.2000) DE
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/07756
- (22) Internationales Anmeldedatum:
10. August 2000 (10.08.2000) (71) Anmelder und
(72) Erfinder: MANTEUFEL, Rolf, P., C. [DE/DE]; Am Lut-
tegraben 5, 38667 Bad Harzburg (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Anwälte: FUCHS, Jürgen, H. usw.; Abraham-Lincoln-
Strasse 7, 65189 Wiesbaden (DE).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR MATERIAL AND/OR ENERGY EXCHANGE IN A WASH COLUMN

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM STOFF- UND/ODER ENERGIEAUSTAUSCH IN EINER RIE-
SELKOLONNE



(57) Abstract: The invention relates to a wash column, in which a liquid that is introduced from above is brought into close contact in counter-current with gases or vapours or lighter liquids. The invention relates more particularly to an assembly for distributing liquid to a plurality of liquid supply points (18) in a three-dimensional reaction packing (8), in which the liquid which flows from a limited number of flow points (14) of a liquid distributor (4) is distributed over a wider area to the plurality of supply points (18) of the packing (8) via a liquid distribution adapter (6). Said adapter (6) consists of linear liquid guide elements (20), which are branched in stages and thus subdivide the stream of liquid supplied from a flow point (14) into a plurality of equal partial streams. In a preferred embodiment, the adapter (6) consists of tubes which are joined together at each branching junction, whose lower ends continue to form the tubes of the packing (8), thus being configured with the adapter (6) as a single piece.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 01/28648 A1



(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI,

FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— Mit internationalem Recherchenbericht.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Beschrieben ist für eine Rieselkolonne, in der eine oben aufgegebene Flüssigkeit im Gegenstrom mit Gasen oder Dämpfen bzw. leichteren Flüssigkeiten in engen Kontakt gebracht werden soll, eine Anordnung zur Flüssigkeitsverteilung auf eine Vielzahl von Flüssigkeitsaufgabestellen (18) einer dreidimensionalen Reaktionspackung (8), bei der die aus einer begrenzten Anzahl von Ablaufstellen (14) eines Flüssigkeits-Verteilers (4) ablaufende Flüssigkeit über einen Flüssigkeitsverteilter (6) auf die Vielzahl von Aufgabestellen (18) der Packung (8) weiter verteilt wird. Der Adapter (6) besteht aus linearen Flüssigkeitsleitern (20), die stufenweise weiterverzweigt sind und so den aus einer Ablaufstelle (14) zugeführten Flüssigkeitsstrom in eine Vielzahl gleicher Teilströme aufteilen. In bevorzugter Ausführungsform besteht der Adapter (6) aus jeweils in Verzweigungspunkten zusammengeführten Strängen, deren untere Enden als Stränge der Packung (8) weitergeführt sind und somit einstückig mit dem Adapter (6) ausgebildet sind.

Verfahren und Vorrichtung zum Stoff- und/oder Energieaustausch in einer Rieselkolonne

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie Vorrichtungselemente und deren Anordnung für den Stoff- und/oder Energieaustausch in einer Rieselkolonne.

Die Begriffe "Rieselkolonne" und "Stoff- und/oder Energieaustausch" stehen als Sammelbegriffe und stellvertretend für eine Mehrzahl von Operationen, wie sie in der chemischen Technologie Anwendung finden.

Bei Stoffänderungsprozessen werden vielfältig Stoffe in Form von Flüssigkeiten und/oder Dämpfen bzw. Gasen miteinander so vermischt, daß bestimmte Komponenten durch Stoffübertragung an der Phasengrenzfläche aus einer oder mehreren Phasen in die andere übergehen. Neben der Vermischung und dem Stoffaustausch erfolgt gleichzeitig ein Wärmeaustausch. Die Erfindung ist daher anwendbar im Gebiet des Stoff- und/oder Wärmeaustausches, zum Mischen und/oder Trennen von gasförmigen und/oder flüssigen Medien sowie darin gelöster Stoffteilchen, zum Gaswaschen und zur Reaktionsförderung von chemischen Substanzen, mit oder ohne Katalysator.

Diesen Prozessen ist gemeinsam, daß sowohl die Phasengrenzfläche als auch die Strömungswege der Gase bzw. Flüssigkeiten bestimmte Bedingungen erfüllen müssen, um optimale wirtschaftliche Ergebnisse zu erzielen.

Dies gilt für Prozesse wie Rektifikation, Ad-, Ab- und Desorption, Mischung, Trocknung, Waschung, Wärmeaustausch, Verdampfung, Kondensation und Durchführen katalytisch beschleunigter Reaktionen. Diese Operationen sind

unter dem Begriff "Stoff- und/oder Energieaustausch" zu verstehen, bei denen die am oberen Aufgabepunkt zugeführte Flüssigkeit in engen Kontakt mit entgegenströmender Flüssigkeit oder Dampf bzw. Gas gebracht werden soll.

Wesentlich für einen hohen Wirkungsgrad der Kolonnen ist bei möglichst großer Phasengrenzfläche die Vermeidung der Ungleichverteilung der Phasen (Maldistribution) und somit die Einhaltung eines exakten Gegenstromes (max. Triebkraft).

Die Entwicklung der unterschiedlichen Bauarten im letzten Jahrhundert, von ursprünglich Böden über ungeordnete und geordnete Füllkörperschichten zu strukturierten Packungen hat jedoch gezeigt, daß die genannten Bedingungen und damit auch Durchsatz und Trennwirkung sich durch konstruktive Maßnahmen nur bedingt verbessern lassen und man scheinbar an eine unüberwindbare Grenze zur Leistungssteigerung gestoßen ist.

So gibt es über Weiterentwicklungen von Kolonneneinbauten eine zahlreiche Patentliteratur, doch hat sich trotz gewisser Leistungssteigerungen bei den strukturierten Packungen gezeigt, daß selbst mit aufwendigen Packungsoberflächen bisher keine optimalen Ergebnisse erzielt werden konnten, so daß man in vielen Fällen auf herkömmliche Boden- und Füllkörperkolonnen zurückgreift.

Im Rahmen des hier beschriebenen Gegenstandes wird auf die US-A 2 405 594 und die US-A 2 490 080 verwiesen. Die US-A 2 405 594 zeigt in ihren Figuren 7 bis 13 Ausführungsformen symmetrisch regulärer Austauschammern. Die in Gruppen gleichwinklig zusammengefügt zickzackförmigen schlanken Elemente sollen an ihren Verbindungsstellen mit innenliegenden Stücken Mischzonen bilden, um unterschiedlich zulaufende Flüssigkeitsmengen zu mischen und auszugleichen.

Nun ist jede Mischung unterschiedlicher Konzentrationen eine Verringerung des Konzentrationsgefälles zwischen der Flüssigkeit und dem im Gegenstrom geführten Dampf (Gas) und damit eine Verringerung der Triebkraft, was einem Energieverlust gleichkommt.

Aus vorstehendem Grund ist wohl auch zur Verbesserung die in der US-A 2 405 594 beschriebene Flüssigkeitsaufgabe durch Düsen oder nach US-A 2 490 080 genannt.

Das Versprühen von Flüssigkeiten durch Düsen ergibt jedoch bekannterweise sowohl ein Tropfenspektrum mit unterschiedlichen Tropfengrößen als auch eine ungleichmäßige Berieselung des Querschnittes und wirkt dadurch nachteilig.

Allen nach US-A 2 490 080 beanspruchten Ausführungsarten ist gemeinsam, daß die zu verteilende Flüssigkeit über Flächen der verschiedenen Art und Form abläuft und dadurch aufgrund der Oberflächenspannung der Flüssigkeiten eine nicht vorausbestimmbare Verteilung mit unterschiedlichen Filmdicken und Rinnsalen aufweist, wodurch unterschiedliche Verweilzeiten der Flüssigkeit auftreten.

So lassen sich selbst auf Gewebeflächen nur mit kleinen Flüssigkeitsmengen sehr begrenzt dünne Flüssigkeitsfilme bilden, so daß auch bei Hochleistungspackungen mit Gewebeflächen durch die nicht gleichmäßige Flüssigkeitsverteilung bei größeren Flüssigkeitsmengen die Trennwirkung durch Maldistribution stark verringert wird.

Die durch die im genannten Patent vorgesehenen Zwischenverteilungen verursachten ungleichmäßigen Flüssigkeitsströme bleiben zwangsweise auch bei den nachgeschalteten einzelnen Ablaufstäben erhalten, da eine einmal beim Flüssigkeitsablauf erfolgte Ungleichverteilung auch bei Neuaufteilungen dieser Flüssigkeitsströme erhalten bleibt.

Zusätzlich befinden sich die beschriebenen durch die Gewebeschichten ungleichmäßig versorgten Verteilerstäbe mit ihren einzelnen Ablaufstellen nicht über jedem einzelnen Leitelement der regulären Packung, so daß hydraulisch bedingte Ungleichverteilungen in der regulären Packung selbst vorgegeben sind.

Beispielsweise fließen bei einer radialen Flüssigkeitsausbreitung von einer Verteilungsstelle regulärer Packungen nach sechs Richtungen je $1/6$ der zu verteilenden Menge und entsprechend bei der folgenden Verteilung je $1/36$ seitlich, während $6 \times 1/36 = 1/6$ zur unter der ursprünglichen Verteilungsstelle liegenden Stelle fließen. Die unterschiedlichen Ablaufmengen bleiben so von Stufe zu Stufe erhalten und es kann erst nach völliger Benetzung der Packung ein Ausgleich erfolgen. Dabei wirkt sich erschwerend aus, daß bei kapillaren Flüssigkeitsschichten auf großen Kontaktflächen keine Querverteilung mehr erfolgt und sich so die unterschiedlichen Teilstrommengen nicht mehr ausgleichen können. Die durch diese hydraulischen Ungleichverteilungen auftretende Maldistribution führt zur starken Minderung der Trennwirkung und somit zur Vergrößerung des erforderlichen spez. Volumens der Packung.

Es ist aus der Grundlagenforschung bekannt, daß nur bei Ungleichverteilungen der Phasen (Maldistribution) von $\pm 5\%$ praktisch keine Abnahme der Trennwirkung feststellbar ist. Dagegen wird bei einer Maldistribution von mehr als $\pm 50\%$ die Wirkungsweise um ein Vielfaches verschlechtert, so daß selbst mit vergrößerten Oberflächen der Packung keine Verbesserung der Trennwirkung erreicht werden kann.

Die Erfindung hat demgegenüber zum Ziel, ein Verfahren und eine Vorrichtung ohne die genannten Nachteile des Standes der Technik zu finden und den Stoff- und/oder Wärmeaustausch derart zu optimieren, daß unter Beachtung der umfangreichen wissenschaftlichen Erkenntnisse ein minimales

spezifisches Volumen und eine wirtschaftliche Arbeitsweise erreicht wird, d.h. eine möglichst große Phasengrenzfläche bei maximalem Konzentrationsgefälle und Stoffaustausch sowie maximalen Durchsätzen bei minimalen Druckverlusten.

Ohne auf alle weiteren zu beachtenden Gesichtspunkte einzugehen, ist als Hauptproblem die gleichmäßige Flüssigkeitsverteilung über den dreidimensionalen Reaktionsraum zur Vermeidung mikroskopischer und makroskopischer Fehlordnungen der Massenströme (Maldistribution) anzusehen, um in jedem Querschnitt die gleichen Konzentrationsverhältnisse und im gesamten Reaktionsraum keine unterschiedlichen Verweilzeiten der Flüssigkeit zu haben.

Nur durch einen vom Kopf der Kolonne über die gesamte Kontaktfläche kontinuierlichen und geleiteten Durchlauf der Flüssigkeit kann eine wirtschaftlich effektive Arbeitsweise bei minimalen spez. Volumen erzielt werden.

Verfahrensmäßig wird die gestellte Grundaufgabe durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

Das dieser Lösung zugrundeliegende Problem besteht darin, daß bei herkömmlichen Flüssigkeitsverteilern die mögliche Anzahl der Ablaufstellen aufgrund der einzuhaltenden Mengentoleranz je Ablaufstelle technisch begrenzt ist, und zwar derart begrenzt, daß die Anzahl der möglichen Ablaufstellen des Verteilers wesentlich geringer ist als die gegebene Anzahl von Aufgabestellen für die Flüssigkeit an der Oberseite der Kolonnenpackung.

Identische Austrittsquerschnitte für die einzelnen Ablaufstellen des Flüssigkeitsverteilers vorausgesetzt, ergibt sich nach Erfahrung eine verhältnismäßig gute Konstanz und Gleichmäßigkeit der ablaufenden

Flüssigkeitsmengen, wenn die Flüssigkeit unter einem im wesentlichen gleichen statischen Druck steht, der vorzugsweise durch eine im wesentlichen gleiche statische Flüssigkeitssäule erreicht wird. Aus diesem Grunde haben sich unter Umgebungsdruck stehende Verteilerrinnen für den Flüssigkeitsablauf mit einer Anzahl von Ablaufstellen bewährt. Dennoch ergeben sich auch bei solchen Rinnen Einflußgrößen, die für Unterschiede in den Ablaufmengen der einzelnen Ablaufstellen eines Flüssigkeitsverteilers verantwortlich sind. Hierzu gehören die Nivellierung der Ablaufstellen und damit auch die Stauhöhendifferenz, die sich durch das Strömungsgefälle der in die Rinne nachlaufenden Flüssigkeit ergibt, welche je nach Flüssigkeitsmenge unterschiedlich sein kann. Das Ziel ist, Abweichungen von nicht mehr als ± 5 % der von den einzelnen Ablaufstellen ablaufenden Flüssigkeitsmengen einzuhalten. Dies bedeutet, daß bei Stauhöhen-Differenzen von ± 1 mm mindestens 10 mm Stauhöhe gegeben sein müssen, entsprechend bei Schwankungen von ± 2 mm 20 mm Stauhöhe und bei Schwankungen von ± 3 mm 30 mm Stauhöhe. Bei üblichen Querschnitten der Ablaufstellen von etwa 3 bis 6 mm² bedeutet das, daß die Mindestmenge der aus einer Ablaufstelle ablaufenden Flüssigkeit etwa 5 l/h betragen muß. Aus Konstanzgründen wären jedoch 20 bis 30 l/h und Ablaufstelle vorzuziehen. Das sind jedoch Mengenströme, die weit oberhalb der einer Aufgabestelle der Reaktionspackung zuzuführenden Flüssigkeitsmenge liegen.

Dementsprechend sieht die Erfindung vor, daß die von jeder Ablaufstelle des Verteilers ablaufende Flüssigkeitsmenge mehrstufig über parallel angeordnete Verzweigungen in möglichst gleiche geleitete Teilströme aufgeteilt wird. Der in Patentanspruch 2 beanspruchte Idealfall besteht darin, daß der Flüssigkeitsstrom von jeder Ablaufstelle des Flüssigkeitsverteilers in eine gleiche Anzahl gleicher Teilströme aufgeteilt wird. Abweichungen von diesem Idealfall, in der Weise, daß gewisse Teilströme auch wieder zusammengeführt werden, kann in Einzelfällen zweckmäßig sein, beispielsweise, um das sog. Randproblem von Kolonnenpackungen zu kompensieren, welches dadurch

entstehen kann, daß am Rand der Kolonnenpackung Flüssigkeitsströme nicht in allen Richtungen zur Rückvermischung mit benachbarten Strömen aufgeteilt werden können.

Das Grundprinzip der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß die diskreten Ströme aus dem Flüssigkeitsverteiler mehrstufig durch wiederholte Verteilung in Teilströme auf eine die Anzahl von dessen Ablaufstellen weit übersteigende Vielzahl von Aufgabestellen der Rieselpackung zugeführt werden und so die vermeintlich gute Verteilung irgendwelcher Siebplatten oder Gewebeflächen vermieden wird, die keine gleichmäßige Aufteilung in Teilströme garantieren können.

Dementsprechend besteht erfindungsgemäß eine Anordnung für die Verteilung zu verrieselnder Flüssigkeit in einer Reaktionskolonne gemäß Patentanspruch 3 darin, daß ausgehend von einem herkömmlichen Flüssigkeitsverteiler, beispielsweise mit Verteilerrinnen, der die vorstehend angegebenen Forderungen erfüllt, diesem Flüssigkeitsverteiler ein Verteil-Adapter nachgeordnet ist, im folgenden auch einfach als Adapter bezeichnet, der aus linearen Flüssigkeits-Leitelementen besteht, die je ein oberes und eine Mehrzahl von unteren Enden aufweisen, wobei diese Flüssigkeitsselemente zwischen ihrem oberen und ihren unteren Enden mehrstufig, insbesondere drei- bis siebenfach in einer Stufe verzweigt sind, und die oberen Enden einzeln oder in gleichen Gruppen von mehreren einer Ablaufstelle des Verteilers und die unteren Enden je einer Aufgabenstelle der Reaktionspackung zugeordnet sind.

Der Begriff "lineare Flüssigkeits-Leitelemente" (im folgenden auch einfach "lineare Leitelemente" genannt) soll zum Ausdruck bringen, daß es sich nicht um irgendwelche flächigen Gebilde handelt, an denen die Flüssigkeit herabströmt, und an denen eine nicht beeinflussbare Aufteilung oder Verteilung eines Flüssigkeitsstromes stattfinden kann. Außer an Knotenpunkten, an denen

sich die linearen Leitelemente verzweigen oder zusammenlaufen können, findet keine gegenseitige Benetzung der durch sie geleiteten Flüssigkeitsströme statt. Der Ausdruck "lineares Leitelement" soll somit ausdrücken, daß das Leitelement einen ganz bestimmten Flüssigkeitsstrom weiterleitet. Das erfordert nicht, daß die Leitelemente etwa strikt geradlinig verlaufen. Sie können auch gewellt, gebogen oder andersartig strukturiert sein. Sie können aus Drähten wie auch aus Fäden geeigneter Materialien bestehen, sie können monofil wie auch multifil ausgebildet sein und für die Flüssigkeitsadhäsion geeignete Oberflächenstrukturen aufweisen.

Wie bereits vorstehend erwähnt, ist der dem erfindungsgemäßen Adapter vorgeschaltete Flüssigkeitsverteiler mit den an ihn gestellten Anforderungen vorzugsweise ein System aus unter Umgebungsdruck stehenden Verteilerrinnen.

Die oberen Enden der linearen Leitelemente müssen den Ablaufstellen des Verteilers zugeordnet und entsprechend mit ihnen verbunden sein, so daß die Flüssigkeit aus einer Ablaufstelle dem oberen Ende eines linearen Leitelementes oder den oberen Enden einer Gruppe von linearen Leitelementen vollständig und ohne Beeinflussung der Ablaufmenge zugeführt werden kann. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, daß die oberen Enden der Leitelemente unterhalb von Überlaufkerben in den Seitenwänden der Verteilerrinnen an diesen gehalten sind. Eine erfindungsgemäß bevorzugte Art der Anbindung der linearen Leitelemente an die Verteilerrinnen besteht jedoch darin, daß in die Böden der Verteilerrinnen Rohrstutzen eingesetzt sind, in die die oberen Enden der Leitelemente von unten eingeführt und darin gehalten sind. Die Überlaufstellen der Verteilerrinnen sind dabei in den Wänden dieser Rohrstutzen, so daß die Art der Einbindung der linearen Leitelemente in die Rohrstutzen ohne Einfluß auf die Ablaufmenge einer Ablaufstelle ist. Das bedeutet natürlich, daß der freie Strömungsquerschnitt an der Einbindungsstelle eines linearen Leitelementes in den Rohrstutzen innerhalb des Leitelementes

und um das Leitelement herum so groß ist, daß er ohne weiteres die in den Rohrstutzen eintretende Flüssigkeitsüberlaufmenge aus der Rinne aufnehmen kann. Die Überlaufstellen im Rohrstutzen können Öffnungen in dessen Wand und zusätzlich Überlaufkerben an dessen Oberkante sein.

Die linearen Flüssigkeits-Leitelemente bestehen vorzugsweise aus Strängen von Drähten oder Fäden, die, von den unteren Enden ausgehend, an den Verzweigungsstellen jeweils gebündelt und gemeinsam im oberen Ende des Leitelementes zusammengefaßt sind. Dabei können bereits die unteren Enden aus multifilen Teilsträngen bestehen. Die zusammengefaßten oberen Enden sind diejenigen, die in die Überlauf-Rohrstutzen des Flüssigkeitsverteilers eingeführt sein können. Das zusammengefaßte obere Ende eines linearen Leitelementes weist dabei zwischen seinen einzelnen Teilsträngen freie Querschnitte auf, die der Flüssigkeitsableitung dienen.

Zur Vermeidung von Flüssigkeitsbewegungen und dabei auftretenden unterschiedlichen Flüssigkeitsspiegeln im Flüssigkeitsverteiler ist der Flüssigkeitsverteiler vorzugsweise kardanisch aufzuhängen und sind die linearen Flüssigkeits-Leitelemente des nachgeordneten Verteil-Adapters, die mit ihren unteren Enden mit je einer Aufgabestelle der Reaktionspackung verbunden sind, elastisch auszuführen. Die kardanische Aufhängung des Flüssigkeitsverteilers findet insbesondere dann Anwendung, wenn die am Aufstellungsort der Anordnung vorliegenden Bedingungen eine Flüssigkeitsbewegung im Flüssigkeitsverteiler induzieren können. Dies ist insbesondere der Fall bei beweglichem bzw. schwankendem Aufstellungsort. Beispiele für bewegliche bzw. schwankende Aufstellungsorte sind Schiffe oder Bohrplattformen. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, daß die kardanische Aufhängung für sich genommen schon erfinderisch ist und ohne weiteres mit den bereits bekannten, herkömmlichen Flüssigkeitsverteilern verwendet werden kann.

Die unteren Enden der linearen Leitelemente sind erfindungsgemäß so angeordnet, daß sie den Aufgabepunkten der mit der Flüssigkeit zu beschickenden Reaktionspackung zugeordnet sind. Die unteren Enden der linearen Leitelemente und entsprechend die Aufgabepunkte der Reaktionspackung sind dabei vorzugsweise im gleichen polygonalen Raster in einer gedachten Querschnittsebene der Kolonne angeordnet. Hierbei kann es sich um ein Viereck-, insbesondere quadratisches Raster, ein Dreiecksraster oder ein hexagonales Raster handeln, wobei letzteres wieder auf ein Dreiecksraster zurückgeführt werden kann. Entsprechend liegen auch die Verzweigungspunkte der linearen Leitelemente des Adapters auf gedachten Rasterpunkten, die jedoch nicht mit denjenigen des Rasters der unteren Enden übereinstimmen müssen.

Die Ausführung des Adapters kann derart sein, daß in einem Verzweigungspunkt eines linearen Leitelementes der von oben kommende Strang durch seitliche Auslenkung aller Teilstränge aufgeteilt wird. Es besteht aber auch die Möglichkeit, daß ein Teilstrang in Richtung des ankommenden Stranges von oberhalb des Verzweigungspunktes weitergeführt wird. Dies kann den Vorteil haben, daß ein beibehaltener zentraler Teilstrang eines Leitelementes, wie weiter unten noch ausgeführt werden wird, für das Aufhängen und Aufspannen des Adaptersgebildes gleichzeitig mitbenutzt werden kann.

Gängige Ausführungsformen bestehen darin, daß ein lineares Leitelement im Verzweigungspunkt einer Stufe eine Aufteilung auf vier oder fünf Teilstränge aufweist, wobei vier der Teilstränge in der Projektion gesehen unter Winkeln von 90° miteinander vom Verzweigungspunkt weggespreizt sind und der ggf. fünfte Teilstrang zentral weitergeführt ist. Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform findet in einem Verzweigungspunkt einer Stufe des Adapters eine Aufteilung auf sechs oder sieben Teilstränge statt, wobei sechs der Teilstränge in der Projektion gesehen unter Winkeln von 60° miteinander vom

Verzweigungspunkt gespreizt sind und der ggf. siebte Teilstrang zentral weitergeführt ist.

Unter bestimmten Voraussetzungen kann eine Ausführung zweckmäßig sein, bei der insbesondere untere Teilstränge der stammbaumartigen Struktur benachbarter linearer Leitelemente zusammengeführt bzw. miteinander verbunden sind. Dies kann Vorteile für die gegenseitige Verbindung der einzelnen Leitelemente zu einer aufspannbaren Gesamtstruktur haben. Werden so zwei Teilstränge zusammengeführt, findet an diesen Stellen eine Verdoppelung der an sich auf die Einzelstränge aufgeteilten Flüssigkeitsströme statt. Dies kann durch eine dort vorgesehene nachfolgende individuelle Verzweigung wieder aufgehoben werden, so daß die unteren Enden des Verteil-Adapters dennoch gleiche Flüssigkeitsströme führen. Derartige Abweichungen von der Idealstruktur können erforderlich sein, wenn eine vorgegebene Flächenverteilung der Flüssigkeitsablaufstellen an eine bestimmte Rasterverteilung der Aufgabepunkte der zu berieselnden Packung anzupassen ist. Andererseits kann eine Wiederezusammenführung von Teilströmen des Adapters ohne nachfolgende Wiederaufteilung auch dann sinnvoll sein, wenn die Flüssigkeitsteilströme an die besonderen Belange einer bestimmten Packung angepaßt werden sollen, z.B. zum Kompensieren von Randproblemen einer Packung, weil dort an den folgenden Knotenpunkten der Packung im Wege der Quervermischung in der Packung keine Teilströme von außen wieder zugemischt werden. Wesentlich ist, daß am unteren Ende des Adapters definierte Teilströme erzeugt werden, deren Größe nicht dem Zufall der Strömungsverhältnisse überlassen bleibt.

Grundsätzlich ist die erfindungsgemäße Anordnung, bestehend aus einem Flüssigkeitsverteiler mit bestimmten Voraussetzungen und einem sich anschließenden Verteil-Adapter der beschriebenen Art in Verbindung mit unterschiedlichen, herkömmlichen Kolonnenpackungen verwendbar,

insbesondere solchen, die an ihrer Oberseite ein gleichmäßiges Raster von Flüssigkeitsaufgabepunkten aufweisen.

Bevorzugt wird in Verbindung mit dem beschriebenen Verteil-Adapter jedoch eine Reaktionspackung verwendet, die einen ähnlichen Aufbau wie der Adapter und somit auch entsprechende Strömungsverhältnisse ermöglicht, jedoch nicht in weiterer Aufteilung der Flüssigkeitsströme, sondern im Sinne einer Verzweigung der Einzelströme an bestimmten Punkten und Vermischung der Teilströme mit denjenigen benachbarter Ströme. Demgemäß ist die beanspruchte Reaktionspackung ebenfalls aus linearen Flüssigkeits-Leitelementen aufgebaut, deren obere Flüssigkeits-Aufgabestellen an den Knotenpunkten eines gedachten, polygonalen Rasters, insbesondere eines Dreieckrasters, eines Viereckrasters oder eines hexagonalen Rasters liegen. Die linearen Leitelemente der Packung weisen nun nicht eine sich ständig weiter verzweigende Struktur auf, sondern bestehen aus allgemein senkrecht durch die Reiselkolonne verlaufenden Strängen aus Drähten oder Fäden, die in gleichmäßigen Abständen gebündelt sind und zwischen den Bündelpunkten in Teilstränge aufgespreizt sind, wobei aufgespreizte Teilstränge mit entsprechenden Teilsträngen benachbarter Stränge in Berührung stehen.

Zur besseren mechanischen Stabilisierung des Gebildes sind diese sich berührenden, benachbarten Teilstränge zweckmäßigerweise in den Berührungspunkten miteinander verbunden. Ähnlich wie beim Verteil-Adapter liegen hier die Bündelpunkte der Stränge jeweils in den Knotenpunkten einer Ebene eines gedachten polygonalen Rasters. Auch bei der Packung besteht ein Strang in bevorzugter Ausführungsform entweder aus vier oder fünf Teilsträngen, wobei vier Teilstränge in der Projektion gesehen unter Winkeln von jeweils 90° zueinander von einem Bündelpunkt weggespreizt sind und der ggf. fünfte Teilstrang zentral weitergeführt ist, oder aus sechs oder sieben Teilsträngen, wobei entsprechend sechs Teilstränge in der Projektion gesehen unter Winkeln von jeweils 60° miteinander von einem Bündelpunkt

weggespreizt sind und der ggf. siebte Teilstrang zentral weitergeführt ist. Noch mehr als beim Verteil-Adapter kann der jeweils fünfte oder siebte Teilstrang, der im wesentlichen linear durch die Packung bzw. die Kolonne weitergeführt ist, zum Aufhängen und Spannen der Packung herangezogen werden.

In den Bündelpunkten der Packung können die Teilstränge eines Stranges in Parallelführung oder durch Bündelungshilfsmittel, wie beispielsweise Ringe, Schlaufen, miteinander verbunden sein. Die Teilstränge können in den Bündelungspunkten auch miteinander verdreht sein. Eine möglichst gleichmäßige Aufteilung der Flüssigkeit in den Bündelpunkten auf die Teilstränge kann durch eine bestimmte Oberflächenstrukturierung der Drähte bzw. Fäden der linearen Leitelemente erzielt werden. Sorge ist dafür zu tragen, daß insbesondere dann, wenn auch ein zentraler Teilstrang weitergeführt wird, eine möglichst gleichmäßige Aufteilung der Flüssigkeit in den Bündelpunkten auf die Teilstränge erfolgt. Hierzu kann eine bestimmte Oberflächenstrukturierung der Drähte oder Fäden der linearen Leitelemente mit beitragen.

Die Berührungspunkte zwischen den Teilsträngen benachbarter Stränge liegen vorzugsweise jeweils in einer gedachten Ebene mittig zwischen zwei benachbarten Rasterebenen der Bündelpunkte. Sie können dabei in der Projektion gesehen in den Mittelpunkten der Flächen liegen, die durch das Raster der Bündelpunkte bestimmt sind.

Es ist nicht erforderlich, daß die Teilstränge von den Bündelpunkten weg zu ihren Berührungspunkten mit benachbarten Teilsträngen und auch wieder zurück zum nächsten Bündelpunkt geradlinig verlaufen. Sie können beispielsweise einen derart gekrümmten Verlauf aufweisen, wie er sich ergibt, wenn man ein verdrehtes Seil gegen die Drehrichtung an einer Stelle aufdreht. Bei Weiterführen eines zentralen Teilstranges kann dieser beispielsweise längengeschrumpft werden, so daß die aufgedrehte Seilstruktur an der Stelle

erhalten bleibt. Demgemäß kann bei einer solchen Ausführungsform die Herstellung der Stränge der Packung ähnlich wie bei Spiralseilen erfolgen, indem um einen Kerndraht bzw. Kernfaden zusammengedrehte Drähte bzw. Fäden in regelmäßigen Abständen so gespreizt werden, daß durch eine spannungsfreie Fertigung zwischen Kerndraht bzw. Kernfaden und den gespreizten Drähten bzw. Fäden keine Rückfederung dieser bei ihrer Spannung zwischen oberen und unteren Halterungen der Packung erfolgt.

Um bestimmten Anforderungen zu genügen, können die Gitterstrukturen der Packung auch in bestimmten Höhenabschnitten der Packung unterschiedlich ausgeführt sein.

Eine bevorzugte Ausführung der Erfindung besteht nun in einer vorgefertigten Einbaueinheit für eine Kolonne, bei der die unteren Enden der linearen Leitelemente des Verteil-Adapters mit den oberen Enden der Stränge der Packung verbunden sind, wobei diese oberen Enden die Aufgabestellen der Packung für die Flüssigkeit sind. In besonders bevorzugter Ausführungsform sind die Stränge der Packung als untere Enden der linearen Leitelemente des Adapters weitergeführt und in den Verzweigungspunkten des Adapters stufenweise zusammengefaßt bis zu den zusammengefaßten oberen Enden, die den Flüssigkeitsablaufstellen des Verteilers zugeordnet sind. Hierdurch ergibt sich eine einheitliche zusammengesetzte Struktur, die vorgefertigt und anschließend in eine Kolonne eingehängt oder eingespannt werden kann. Wie weiter oben erwähnt, begünstigen zentral weitergeführte Teilstränge bzw. Drähte des Adapters und der Packung das Aufhängen einer solchen Einheit. Zur Breitenspreizung kann eine solche Struktur insbesondere am oberen, zweckmäßigerweise auch am unteren Ende der Packung selbst mit geeigneten Abstandshaltern zwischen den Strängen der Packung versehen sein. Es besteht auch die Möglichkeit, die Packung gegen die Innenwand der Kolonne zu verspannen. Je nachdem, ob eine Packung sich direkt an die Innenwand der Kolonne anlegt oder in ihr frei aufgespannt ist, kann es sinnvoll sein,

horizontale schräggestellte Flüssigkeitsrückleitbänder oder am Umfang der Packung anliegende, quergewellte Plattenhälften vorzusehen, die entweder an der Kolonnenwand herablaufende Flüssigkeit oder seitlich von der Packung abtropfende Flüssigkeit wieder in deren Inneres zurückführen.

Die erfindungsgemäße Einbaueinheit aus Packung und Verteil-Adapter läßt sich im Bedarfsfalle nun auch vorteilhaft dadurch weiterbilden, daß am unteren Ende der Packung ein Sammel-Adapter vorgesehen ist, der einem auf den Kopf gestellten Verteil-Adapter entspricht und der Sammlung der abtropfenden Flüssigkeit auf eine Anzahl von bestimmten Sammelpunkten dient, die der Anzahl der Ablaufstellen des oberen Flüssigkeitsverteilers entsprechen kann. In gleicher Weise können unter der Packung dann Sammelrinnen angeordnet werden, in die die Ablaufstellen des Sammel-Adapters münden.

Zweckmäßigerweise ist natürlich auch ein solcher Sammel-Adapter einstückig mit der Packung ausgeführt, indem deren Stränge im Sammel-Adapter weitergeführt und stufenweise zusammengefaßt sind.

In bestimmten Anwendungsfällen, beispielsweise bei der Zwischeneinführung von Flüssigkeit und/oder eines Dampfes bzw. Gases in eine Kolonne, wird der Kolonnenraum dadurch freigehalten, daß man beispielsweise zwei Einbaueinheiten, bestehend jeweils aus Packung, Verteil-Adapter und Sammel-Adapter übereinander in einer Kolonne anordnet. Die vom Sammel-Adapter der oberen Packung gesammelte Flüssigkeit wird dann im Verteil-Adapter der unteren Einheit wieder auf die untere Packung verteilt.

Allgemein können die Drähte oder Fäden der linearen Flüssigkeitselemente bzw. die aus diesen gebildeten Stränge im Bedarfsfall beispielsweise elektrisch leitend und/oder mit katalytischer Wirkung ausgestattet sein. Die linearen Leitelemente sowohl der Adapter wie auch der Packung können aus jeglichen Materialien bestehen, die sich in Drähte oder Fäden verarbeiten lassen, insbesondere aus metallischem Material oder einem nichtmetallischen Material

wie einem Kunststoff, Glasfasern oder Kohlefasern. Auch können, wie bereits weiter oben erwähnt, die Drähte und Fäden unterschiedliche Strukturen aufweisen. Sie können monofil oder multifil ausgebildet sein, aus versponnenen Fasern (Filamenten) bestehen, verdreht oder gespreizt ausgebildet sein oder eine bestimmte Strukturierung aufweisen, wozu auch Maschenkettens zu rechnen sind.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der in den anliegenden Zeichnungsblättern enthaltenen Figuren im einzelnen noch näher erläutert. In den Figuren stellen dar:

- Fig. 1 einen schematischen Querschnitt durch den oberen Teil einer Reaktions- bzw. Rieselkolonne mit einem Flüssigkeits-Verteiler, einem sich an diesen anschließenden Verteil-Adapter für die Flüssigkeit und den oberen Aufgabeteil einer regelmäßigen Kolonnenpackung;
- Fig. 2 eine schematische Draufsicht auf die Kolonneneinbauten einer Kolonne nach Fig. 1 und der darunterliegenden gedachten quadratischen Rasterebene der Reaktionspackung;
- Fig. 3 die schematische Seitenansicht des strukturellen Aufbaus eines linearen Flüssigkeits-Leitelementes eines Verteil-Adapters mit konsequenter Flüssigkeitsaufteilung auf jeweils sieben Teilströmen in einem Verzweigungspunkt;
- Fig. 4 eine Draufsicht auf die Struktur nach Fig. 3 mit der Rasterverteilung der Enden des linearen Leitelementes;
- Fig. 5 die schematische Seitenansicht einer anderen Struktur eines linearen Flüssigkeits-Leitelementes eines Verteil-Adapters mit

jeweiliger Aufteilung auf vier Teilströme in den Verzweigungspunkten und Wiederausammenführung von Teilströmen in den unteren Bereichen des Leitelementes;

- Fig. 6 eine Draufsicht auf die Struktur nach Fig. 5;
- Fig. 7a die schematische Seitenansicht eines Teilausschnittes der Struktur einer dreidimensionalen, geordneten Reaktionspackung mit Gitteraufbau und hexagonalem Gitter;
- Fig. 7b eine Draufsicht auf den Ausschnitt gemäß Fig. 7a;
- Fig. 7c perspektivische, schematische Ansicht eines Teilausschnittes der Struktur einer dreidimensionalen, geordneten Reaktionspackung mit Gitteraufbau und viereckigem Raster;
- Fig. 7d perspektivische, schematische Ansicht eines Teilausschnittes der Struktur einer dreidimensionalen, geordneten Reaktionspackung mit Gitteraufbau und dreieckigem Raster;
- Fig. 8a einen Ausschnitt einer anderen Ausführungsform eines Stranges einer Reaktionspackung in Seitenansicht;
- Fig. 8b eine Draufsicht auf den Ausschnitt gemäß Fig. 8a;
- Fig. 9a einen Ausschnitt einer weiteren Ausführungsform eines Stranges einer Reaktionspackung;
- Fig. 9b einen schematischen Querschnitt durch den Strang nach Fig. 9a;

- Fig. 10 einen schematischen Längsschnitt durch eine Rinne des Flüssigkeits-Verteilers mit der Anbindung des oberen Endes eines linearen Flüssigkeits-Leitelementes des Verteil-Adapters im Verteiler;
- Fig. 11 eine schematische Draufsicht auf die Anordnung nach Fig. 10;
- Fig. 12 einen schematischen Längsschnitt durch ein Ausführungsbeispiel einer Reaktionskolonne.

Das Verfahren und die Anordnung zur Verteilung aufgebener Flüssigkeit in einer Riesel- oder Reaktionskolonne werden anhand der Figuren 1 und 2 erläutert. Figur 1 zeigt in schematischem Längsschnitt bzw. schematischer Seitenansicht den oberen Teil einer Kolonne 2 mit einem Flüssigkeitsverteiler 4, einem darunter befindlichen Verteil-Adapter 6 für die weitere Aufteilung der Flüssigkeit in eine Vielzahl von Teilströmen, die dann einer regelmäßig strukturierten Reaktionspackung 8 zugeführt werden. In Figur 2 ist lediglich die Rasterstruktur der Bündelpunkte dieser Packung 8 im Kolonnenquerschnitt zu sehen.

Der dargestellte Flüssigkeits-Verteiler 4 weist ein System von Verteilerrinnen 10 auf, denen Flüssigkeit über einen Einlaufstutzen 12 zugeführt wird. Die Verteilerrinnen 10 weisen eine begrenzte Anzahl von Flüssigkeits-Ablaufstellen 14 auf.

Die Ablaufstellen von Verteilerrinnen stehen üblicherweise unter dem Druck von im wesentlichen gleichen statischen Flüssigkeitssäulen, wodurch - ebenfalls gleiche Ablaufquerschnitte der Ablaufstellen vorausgesetzt - Ablaufmengen pro Ablaufstelle erzielt werden können, die sich bei Einhalten bestimmter Voraussetzungen nur wenig voneinander unterscheiden. Um eine auch im folgenden gute Flüssigkeitsverteilung zu erzielen, werden Ablaufmengen

angestrebt, die sich von Ablaufstelle zu Ablaufstelle um nicht mehr als $\pm 5\%$ unterscheiden. Hierfür ist je nach Genauigkeitsanforderung eine Mindestflüssigkeitssäule in den Verteilerrinnen erforderlich, für die Beispiele weiter oben bereits angegeben wurden. Verteilerrinnen mit Ablaufstellen in Form von Überläufen und die mit ihnen erreichbaren Genauigkeiten sind bekannt. Als Flüssigkeits-Verteiler 4 kann daher eine jede solche, auch bekannte Einrichtung verwendet werden, die die aufgezeigten Genauigkeitsanforderungen erfüllt. Die in Fig. 1 dargestellten Überlaufanordnungen sind jedoch besonderer Art und in diesem Zusammenhang neu. Sie sind an das nachfolgende System des Verteil-Adapters 6 angepaßt und werden im einzelnen noch weiter unten in Verbindung mit den Figuren 10 und 11 beschrieben.

Sollen im Flüssigkeits-Verteiler 4 bestimmte Toleranzgrenzen zwischen den Ablaufstellen 14 eingehalten werden, ist eine bestimmte Flüssigkeitsstauhöhe in den Verteilerrinnen 10 erforderlich. Dies bedingt wiederum, daß die Anzahl der Ablaufstellen 14 technisch begrenzt ist, weil bei einer Erhöhung der Anzahl der Kolonne zu viel Flüssigkeit zugeführt würde.

Der weiteren Aufteilung der aus den Ablaufstellen 14 austretenden Flüssigkeit dient der nachgeschaltete Verteil-Adapter 6, mit dem die aus den Ablaufstellen 14 austretende Flüssigkeit auf packungsgerechte Teilströme aufgeteilt wird, deren Anzahl die Anzahl der Ablaufstellen 14 um ein Vielfaches überschreitet. Die Reaktionspackung 8 ist im speziellen Fall so strukturiert, daß sie eine Vielzahl diskreter Flüssigkeitsaufgabepunkte 18 aufweist, von denen jedem ein Teilstrom des Adapters 6 zugeführt werden soll.

Die Struktur eines solchen Flüssigkeits-Verteil-Adapters 6 und die Aufteilung der ihm zugeführten Flüssigkeit in Teilströme wird im folgenden anhand der Figuren 3 bis 6 erläutert.

Der Adapter 6 weist eine Anzahl linearer Flüssigkeits-Leitelemente 20 auf (siehe noch Fig. 1), von denen je eines oder eine Gruppe von ihnen einer Flüssigkeitsablaufstelle 14 des Verteilers 4 zugeordnet ist. Ein solches lineares Flüssigkeits-Leitelement 20 ist in einer bestimmten Ausführungsform in seiner schematischen Struktur in Figur 3 in seitlicher Ansicht und in Figur 4 in schematischer Draufsicht dargestellt. Es weist ein oberes Ende 22 auf, mit dem es an dem Flüssigkeits-Verteiler 4 angebunden ist, und eine Vielzahl von unteren Enden 24. Zwischen dem oberen Ende 22 und den unteren Enden 24 befinden sich in mehreren Stufen Verzweigungspunkte 26, die je nach Stufe in Figur 3 mit 26a, 26b und 26c bezeichnet sind. In jedem Verzweigungspunkt wird im gezeigten Ausführungsbeispiel der ankommende Flüssigkeitsstrom in sieben Teilströme aufgeteilt. Diese sieben Zweige sind aus Gründen der Übersichtlichkeit in Figur 3 nicht alle dargestellt bzw. nicht sichtbar, weil sie sich in der Seitenansicht zum Teil überdecken, die Aufteilung geht aber aus der Draufsicht der Figur 4 hervor. Von den sieben Teilströmen jedes Verzweigungspunktes werden in der Projektion gesehen jeweils sechs unter Winkeln von 60° in Richtung auf einen weiteren Verzweigungspunkt oder schließlich auf die Aufgabepunkte der Reaktionspackung vom Verzweigungspunkt weggeleitet, wobei die Zielpunkte dieser Teilströme ein regelmäßiges Sechseck bilden, während der siebte Teilstrom zentral weiter nach unten geleitet wird und den Mittelpunkt des Sechsecks bildet. Im gezeigten Ausführungsbeispiel findet damit eine Aufteilung des am oberen Ende 22 des linearen Leitelementes 20 ankommenden Flüssigkeitsstromes mit dreistufiger Verteilung auf jeweils sieben Teilströme in eine endgültige Verteilung auf 7^3 , d.h. also 343 Teilströme statt, die in dem regelmäßigen Raster der Figur 4 angeordnet sind. Man kann dieses Raster als ein hexagonales Raster bezeichnen, da im dargestellten Beispiel die Aufteilung in jedem Verzweigungspunkt jedoch noch einen zentral weitergeführten Strom hat, der im Mittelpunkt eines Sechsecks liegt, kann dieses Sechseckraster vereinfacht auch auf ein Dreieckraster zurückgeführt werden. Aus Figur 4 geht hervor, daß mittels des linearen Leitelementes 20 eine konsequente Aufteilung

des ankommenden Flüssigkeitsstromes auf die unteren Enden 24 des Leitelementes 20 erfolgt, die gemäß Figur 4 alle ebenfalls den zugrundeliegenden Dreieckrasterabstand von den unteren Enden eines benachbarten Zweiges einhalten. Das bedeutet eine konsequente Flüssigkeitsaufteilung in im wesentlichen gleiche Teilströme.

Als lineare Leitelemente sind die dargestellten Strukturen deshalb beschrieben, weil in jedem Verzweigungspunkt die Aufteilung eines ankommenden Flüssigkeitsstromes in eine diskrete Anzahl von im wesentlichen gleichen Teilströmen vorgenommen wird, die entlang des Elementes bis zum nächsten Verzweigungspunkt oder bis zu ihrem Zielpunkt weiterfließen, ohne sich auf ihrem Zwischenweg undefiniert ändern oder verteilen zu können. Im Falle des Verteil-Adapters werden die Leitelemente zwischen den einzelnen Verzweigungspunkten in der Regel geradlinig verlaufen, dies ist aber nicht Bedingung.

Die Leitelemente selbst können aus einer Vielzahl von geeigneten Materialien in Form von Drähten oder Fäden ausgebildet sein, wie sie weiter unten in Zusammenhang mit der entsprechend ausgebildeten Reaktionspackung noch beschrieben werden. Im Ausführungsbeispiel der Figuren 3 und 4 bestehen die Leitelemente entweder aus einzelnen Drähten oder Fäden oder bereits aus dünnen, insbesondere verdrehten Strängen aus Drähten oder Fäden. Diese Stränge der untersten Ebene sind durch das ganze lineare Leitelement hindurchgeführt und in den Verzweigungspunkten 26 jeweils zusammengefügt, etwa durch Verdrehung oder Halterungen und bilden dann alle gemeinsam den Hauptstrang des oberen Endes 22 des Leitelementes 20.

Für das Aufhängen oder Aufspannen eines in sich nicht steifen linearen Leitelementes oder einer gesamten, einen Verteil-Adapter bildenden Gruppe von Leitelementen kann es zweckmäßig sein, die in den einzelnen Verzweigungspunkten jeweils zentral nach unten weitergeführten Teilstränge

bzw. die Verzweigungspunkte mit nach oben weitergeführten Aufhänge- oder Stützelementen zu versehen, denen jedoch keine Flüssigkeit zugeführt wird.

In den Figuren 5 und 6 ist ein etwas anderer Aufbau eines linearen Leitelementes eines Verteil-Adapters in seiner Struktur dargestellt. Das Leitelement ist fünfstufig verzweigt. Es unterscheidet sich von dem Ausführungsbeispiel der Figuren 3 und 4 u.a. dadurch, daß in den Verzweigungspunkten 28a, 28b, 28c und 28d der oberen Stufen eine Aufteilung auf je sechs Teilströme zwar auch in einem hexagonalen Raster erfolgt, es fehlt aber der zentral weitergeführte Mittelstrang. Weiterhin sind von den Verzweigungspunkten 28b der zweiten Stufe an Teilstränge miteinander querverbunden. Die dadurch erfolgende Wiederezusammenführung von Teilströmen, aber anschließende Wiederaufteilung, hat den Vorteil, daß bei der Voraufteilung eventuell entstandene Ungleichheiten zum Teil wieder ausgeglichen werden können. Im Endeffekt entstehen aber wieder gleiche Teilströme. In den Verzweigungspunkten 28e der letzten Stufe findet nur noch eine Aufteilung in jeweils drei Teilströme statt. Hierdurch kann die Anzahl der unteren Enden 24 des linearen Leitelementes an die Anzahl der zu versorgenden Aufgabestellen 18 der angeschlossenen Packung angepaßt werden.

Die Figuren 7 bis 9 zeigen Teilmerkmale der Reaktionspackung 8. In dem Ausführungsbeispiel der Figur 1 sind die unteren Enden des Verteil-Adapters 6 mit den Aufgabepunkten 18 der Packung 8 verbunden. Wie aus Figur 1 weiter hervorgeht, sind, von unten ausgehend, die Teilstränge der linearen Leitelemente 20 des Adapters 6 in den einzelnen Verzweigungspunkten zusammengeführt, so daß sie am oberen Ende 22 eines linearen Leitelementes 20 einen zusammengefaßten, gemeinsamen Strang bilden. Wie bereits erwähnt, bestehen jedoch bereits auch die unteren Enden 24 des linearen Leitelementes 20 aus Teilsträngen mit mehreren Drähten oder Fäden. Diese Teilstränge der unteren Enden 24 des Adapters 6 sind nun unmittelbar als Stränge der

regelmäßigen dreidimensionalen Reaktionspackung durch deren Aufgabestellen 18 weitergeführt, so daß ein aus dem Adapter 6 ablaufender Flüssigkeitsteilstrom an der Aufgabestelle ohne Unterbrechung von dem gleichen Strang bzw. Leitelement in die Packung hinein weitergeführt wird.

Die Figuren 7a und 7b zeigen einen Ausschnitt aus der Packung 8 in Seitenansicht und Draufsicht. Die Packung selbst besteht wie der Adapter für die Flüssigkeitsverteilung ausschließlich aus linearen Flüssigkeits-Leitelementen, die eine vernetzte Struktur bilden. Aufgebaut ist die Packung aus einer Vielzahl im wesentlichen parallel zueinander und senkrecht verlaufender Stränge 30, die jeder aus mehreren Drähten, Fäden oder dergleichen bestehen. Die Stränge 30 weisen in regelmäßigen Abständen Bündelpunkte 32 auf. Diese Bündelpunkte 32 liegen jeweils in einer gemeinsamen gedachten Ebene, und in dieser Ebene verteilt auf den Knotenpunkten eines polygonalen Rasters, im Ausführungsbeispiel eines hexagonalen Rasters. Zwischen den Bündelpunkten 32 sind die Stränge 30 in Teilstränge 34 aufgespreizt. Wie sich aus Figur 7b ergibt, sind von jedem Bündelpunkt 32 ausgehend sechs Teilstränge 34 unter Winkeln von 60° miteinander schräg nach außen und unten weggespreizt. Diese weggespreizten Teilstränge stehen nun in Berührungspunkten 36 mit ebenfalls weggespreizten Teilsträngen benachbarter Stränge 30 in Verbindung. Von den Berührungspunkten 36 sind die Teilstränge dann zu den Bündelpunkten 32 der nächst unteren Rasterebene zurückgeführt.

Ein auf einen Strang 30 aufgebener Flüssigkeitsstrom wird in den Bündelpunkten 32 auf die vorhandene Anzahl von Teilsträngen 34 aufgeteilt. In den Berührungspunkten 36 laufen derart aufgeteilte Teilströme von mehreren Strängen zusammen, vermischen sich und gleichen sich aus und werden wieder in eine gleiche Anzahl von Teilströmen aufgeteilt, die dann in den Bündelpunkten 32 mit entsprechenden anderen Teilströmen eines Stranges wieder zusammengeführt werden. Dadurch läuft an einem Strang 30 ein im

wesentlichen konstanter Flüssigkeitsstrom durch die gesamte Packung, wobei jedoch in den Berührungspunkten 36 eine Quervermischung bzw. ein Konzentrationsausgleich mit benachbarten Strömen stattfindet.

Fig. 7c ist eine perspektivische Darstellung eines Ausschnittes aus der Reaktionspackung 8. Bei dem in Fig. 7c gezeigten Ausführungsbeispiel liegen die Bündelpunkte 32 jeweils in einer gemeinsamen, gedachten Ebene und fallen mit den Knotenpunkten eines viereckigen, in dieser Ebene liegenden Rasters zusammen. Ebenfalls zu erkennen ist, daß die Berührungspunkte 36 zwischen den Teilsträngen 34 benachbarter Stränge 30 in einer Ebene zwischen den horizontalen Rasterebenen liegen. In dieser Ebene bilden die Berührungspunkte 36 ebenfalls ein Raster, das wie das Raster der Bündelpunkte 32 ein viereckiges Raster ist, wobei die beiden Raster in horizontaler Richtung gegeneinander so verschoben sind, daß die Knotenpunkte des durch die Berührungspunkte 36 gebildeten Rasters in der Projektion die Mittelpunkte der Flächen des durch die Bündelpunkte 32 gebildeten Rasters bilden. Die obersten in Fig. 7c gezeigten Bündelpunkte 32, d.h. die Bündelpunkte 32 der obersten Rasterebene der Reaktionspackung können als Aufgabestellen 18 für die Flüssigkeit ausgebildet sein.

Fig. 7d ist eine perspektivische Darstellung eines Ausschnittes aus der Reaktionspackung 8. Bei dem in Fig. 7d gezeigten Ausführungsbeispiel liegen die Bündelpunkte 32 jeweils in einer gemeinsamen, gedachten Ebene und fallen mit den Knotenpunkten eines dreieckigen, in dieser Ebene liegenden Rasters zusammen. Ebenfalls zu erkennen ist, daß die Berührungspunkte 36 zwischen den Teilsträngen 34 benachbarter Stränge 30 in einer Ebene zwischen den horizontalen Rasterebenen liegen. In dieser Ebene bilden die Berührungspunkte 36 ebenfalls ein Raster, das in horizontaler Richtung gegenüber dem Raster der Bündelpunkte 32 verschoben ist. Die obersten in Fig. 7d gezeigten Bündelpunkte 32, d.h. die Bündelpunkte 32 der obersten Rasterebene der

Reaktionspackung können als Aufgabestellen 18 für die Flüssigkeit ausgebildet sein.

Die Stränge 30 der Packung können auf unterschiedliche Art und Weise ausgebildet sein. In den Figuren 8a und 8b ist eine Ausführungsform dargestellt, bei der die einzelnen Teilstränge 34 eines Stranges 30 in den Bündelpunkten 30 durch Bündelungshilfsmittel in Form von Ringen 38 zusammengehalten sind. Dabei sind die Teilstränge 34 in den Bündelpunkten 32 parallel geführt und zusammengefaßt. Eine andere Ausführungsform ist in den Figuren 9a und 9b dargestellt. Hier ist ein Strang 40 in Form eines gedrehten Seiles ausgebildet. Zwischen den Bündelpunkten 32, in denen dieses Seil in seiner ursprünglichen Struktur belassen ist, ist es gegen seine Verdrillrichtung aufgedreht, so daß die einzelnen Teilstränge 42 sich im Bogen nach außen wegspreizen. Dieser Zustand kann beispielsweise bei einem Strang aus Kunststoffdrähten durch thermische Behandlung oder ähnliche Maßnahmen fixiert werden.

Aus Figur 9a ist erkennbar, daß bei der dortigen Ausführungsform neben den ausgespreizten Teilsträngen 42 ein mittlerer Teilstrang 44 zentral weitergeführt ist. Diese Ausführungsform hat sowohl herstellungs- wie auch anwendungstechnische Vorteile. Es sei darauf hingewiesen, daß auch bei den Ausführungsformen der Figuren 7a, 7b und 8 ein zentral weitergeführter, mittlerer Teilstrang 44 vorhanden ist. Er ist in der zeichnerischen Darstellung jedoch dort nicht sichtbar. Ausführungsformen ohne Mittelstrang (44) sind aber auch möglich.

Beispielsweise bei der Ausführungsform der Figur 9 kann der mittlere Teilstrang 44 als eine sog. Kerneinlage ausgebildet sein, wie sie in der Seilherstellungstechnik üblich ist. Die Herstellung eines Stranges gemäß Figur 9 kann beispielsweise derart erfolgen, daß die zusammengedrehten oder nebeneinander um die Kerneinlage angeordneten Drähte bzw. Fäden in

regelmäßigen Abständen gespreizt werden, wobei die Kerneinlage zwischen den Bündelpunkten 32 durch Wellung, Stauchung oder andere Maßnahmen so verkürzt wird, daß bei Spannung der Stränge aus dünnen Drähten oder Fäden im Einbauzustand in einer Kolonne eine Rückfederung der gespreizten Teilstränge durch die Kerneinlage verhindert wird. Der mittlere Teilstrang 44 bzw. die Kerneinlage hat damit nicht nur herstellungstechnische Vorteile, er kann beim Einbau der Packung die Zugkräfte für deren Aufspannung aufnehmen.

In den Figuren 10 und 11 ist nunmehr die spezielle Ausführungsform der Anbindung des oberen Endes 22 eines Stranges des Flüssigkeits-Verteil-Adapters 6 an den Flüssigkeits-Verteiler 4 im einzelnen dargestellt. In den Boden der Verteilerrinne 10 ist ein Rohrstutzen 46 eingesetzt. In diesen ist von unten das strangartig zusammengefaßte obere Ende 22 eines verzweigten linearen Leitelementes 20 des Flüssigkeits-Verteil-Adapters 6 eingeführt und in geeigneter Weise darin gehalten. Der Rohrstutzen 46 ist in unterschiedlichen Höhen mit Überlauföchern 48 versehen, durch die je nach Flüssigkeitsstau in der Rinne 10 Flüssigkeit in den Rohrstutzen 46 hinein überläuft. Bei noch höherem Flüssigkeitsstand kann die Flüssigkeit auch über die Oberkante des Rohrstutzens 46 in diesen hinein überlaufen, wofür zweckmäßigerweise in der Oberkante geeignete (nicht dargestellte) Überlaufkerben vorgesehen sein können.

Die übergelaufene Flüssigkeit gelangt auf das obere Ende 22 des aus einer Vielzahl von Fäden oder Drähten zu einem Strang zusammengefaßten linearen Flüssigkeits-Leitelementes. Der Querschnitt dieses Stranges hat im allgemeinen genügend Hohlräume zwischen den Drähten und Fäden, wenn diese beispielsweise mit kreisförmigem Querschnitt ausgebildet sind, so daß die Flüssigkeit durch diese Hohlräume an den Drähten und Fäden des Stranges hinabfließen kann. Sollten diese Querschnittshohlräume bei hohen Flüssigkeitsaufgabemengen nicht ausreichen, kann beispielsweise zwischen

Rohrstutzen 46 und dem Strang ein gewisser Ringraum offen gelassen werden, so daß Flüssigkeit zusätzlich auch noch an der Außenfläche des Stranges ablaufen kann. Ist die aufgegebene Flüssigkeitsmenge sehr klein, kann es sein, daß der freie Querschnitt in dem Draht- oder Fadenstrang zu groß ist, wodurch eine gleichmäßige Verteilung der Flüssigkeit auf die einzelnen Drähte und Fäden nicht gewährleistet ist. In diesem Fall ist es zweckmäßig, wie im Ausführungsbeispiel der Figuren 10 und 11 dargestellt, auf das obere Ende 22 des Stranges eine Drosselscheibe 50 aufzulegen. Eine solche Drosselscheibe 50 kann als Ringplättchen ausgebildet sein, welches den Strangquerschnitt teilweise abdeckt, die Drosselscheibe kann aber auch als Filterplättchen, beispielsweise aus einem Sintermetall ausgebildet sein, wodurch sich eine sehr gleichmäßige Strömungsverteilung über den Draht- oder Fadenstrang erzeugen läßt. Darüber hinaus kann ein Filterplättchen 51 zusätzlich zu einer Drosselscheibe 50 und mit ihr zusammenwirkend angeordnet sein.

Zur Vermeidung von Verstopfungen der freien Querschnitte zwischen den einzelnen Teilsträngen durch nicht mittels Filtration abscheidbare Feststoffteilchen aus der Flüssigkeit kann zusätzlich durch eine Querströmung der Flüssigkeit über die Filterplättchen das Absetzen dieser Feststoffteilchen vermieden werden, indem ein Teil der den einzelnen Strängen zugeführten Flüssigkeit über in die einzelnen Rohrstutzen 46 jeweils eingesetzte Absaugrohre 52 im Kreislauf gepumpt wird. Hierdurch besteht auch die Möglichkeit, bei kleinen auf die Kolonne aufzugebenden Flüssigkeitsmengen den Überlauf-Rohrstutzen 46 größere Flüssigkeitsmengen zuzuführen und so die durch Herstellung, Montage und Flüssigkeitsgefälle der Flüssigkeitsverteiler 10 nicht vermeidbaren Abweichungen durch höhere Flüssigkeitssäulen über den Abläufen auszugleichen und die Ablaufmengen über den Verteiladapter zu regeln.

Figur 12 zeigt schematisch einen vertikalen Schnitt eines Ausführungsbeispiels einer Reaktionskolonne, bei der Flüssigkeit über den Einlaufstutzen 12 am

oberen Ende der Reaktionskolonne 2 zugeführt wird, die nach Durchlaufen der Reaktionskolonne diese über den Ablauf 9 am unteren Ende der Reaktionskolonne 2 verläßt. Durch eine am unteren Ende der Reaktionskolonne 2 angeordnete Zugangsöffnung 13 wird Gas in die Reaktionskolonne 2 eingeleitet, welches die Reaktionskolonne durch die am oberen Ende befindliche Auslaßöffnung 11 verläßt. Somit durchlaufen die Flüssigkeit einerseits und das Gas andererseits die Reaktionskolonne 2 in entgegengesetzter Richtung, wobei es bei den entgegengesetzten Strömungsvorgängen zu einem Stoff- und/oder Energieaustausch kommt. Die über den Einlaufstutzen 12 zugeführte Flüssigkeit gelangt zunächst in einen Flüssigkeitsverteiler 4, der an seinen Seiten Flüssigkeitsverteilerrohre 4' aufweist, über die die Flüssigkeit zu den Ablaufstellen 14 des Flüssigkeitsverteilers 4 gelangt. Es schließt sich ein Flüssigkeitsverteileradapter 6 an, über den die ablaufende Flüssigkeit auf eine Vielzahl von Aufgabestellen 18 der Reaktionspackung 8 verteilt wird. Der Adapter 6 besteht aus linearen Flüssigkeitselementen 20, die stufenweise weiterverzweigt sind und so den aus einer Ablaufstelle 14 zugeführten Flüssigkeitsstrom in eine Vielzahl gleicher Teilströme aufteilt. In dem in Figur 12 gezeigten Ausführungsbeispiel wird die Flüssigkeit nach Durchlaufen der ersten Reaktionspackung 8 mittels eines unterhalb der Reaktionspackung 8 angeordneten Sammel-Adapters 5 wieder zusammengeführt. Im Prinzip handelt es sich bei dem Sammel-Adapter 5 um einen auf den Kopf gestellten Verteil-Adapter 6. An den Sammel-Adapter 5 schließt sich ein zweites Mal ein Verteil-Adapter 6 an, wobei Sammel-Adapter 5 und Verteil-Adapter 6 über Verbindungs-Leitelemente 100 verbunden sind. Die über den Verteil-Adapter 6 in Teilströme aufgeteilte Flüssigkeit durchläuft aufgebracht auf die Aufgabestellen 18 der zweiten Reaktionspackung 8 ein zweites Mal eine Reaktionspackung 8, an deren Ende sie wiederum durch einen Sammeladapter 5 zusammengeführt wird und schließlich den Sammel-Adapter 4 über die an seinem unteren Ende angebrachten Leitelemente verläßt, um daraufhin die gesamte Reaktionskolonne 2 über den Auslaß 9 zu verlassen.

Es sei noch einmal auf die Figur 1 Bezug genommen. Wie bereits oben erwähnt, ist die dort dargestellte Kombination aus einem Flüssigkeitsverteilter 6 und einer Reaktionspackung 8 einstückig ausgeführt und mit geeigneten Mitteln in der Kolonne 2 aufgespannt und mit den oberen Enden 22 des Adapters 6 an den Flüssigkeitsverteiler 4 angebunden. Im dargestellten Ausführungsbeispiel erstreckt sich die Packung 8 bis an die Wand der Kolonne 2. Um zu vermeiden, daß eine Flüssigkeitsbachbildung an der Kolonnenwand stattfindet, sind an dieser in Abständen schräg nach unten und innen gerichtete Ableitbänder 56 vorgesehen, die Flüssigkeit von der Kolonnenwand in die Packung hinein zurückleiten. Insbesondere wenn die Packung nicht den gesamten Kolonnenquerschnitt ausfüllt, können solche Ableitbänder auch unmittelbar am Packungsumfang vorgesehen werden, um Randströmungen in die Packung hinein zurückzuleiten. Zum Aufspannen der Packung in der Kolonne können an der Packung, und zwar zweckmäßigerweise in deren oberstem Bereich zwischen den Bündelpunkten, die die Flüssigkeitsaufgabestellen 18 bilden, horizontale, möglichst nicht flüssigkeitsführende Querverbindungen vorgesehen sein, mit deren Hilfe die Packung in horizontaler Richtung gespreizt und aufgespannt werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Stoff- und/oder Energieaustausch in einer Rieselkolonne (2), bei dem der Kolonne zu verrieselnde Flüssigkeit zur gleichmäßigen Verteilung über eine aus Mengenkonzanzgründen technisch begrenzte Anzahl gleichartiger, insbesondere querschnittsgleicher und unter im wesentlichen gleichem statischen Druck, insbesondere im wesentlichen unter gleicher statischer Flüssigkeitssäule stehender Ablaufstellen (14) eines Flüssigkeits-Verteilers (4) zugeführt wird und die von dieser begrenzten Anzahl von Ablaufstellen (14) ablaufenden Flüssigkeitsströme mehrstufig über parallel angeordnete Verzweigungen (26, 28) in eine die Anzahl der Ablaufstellen (14) des Verteilers (4) wesentlich übersteigende Vielzahl geleiteter Teilströme aufgeteilt und jeder dieser Teilströme einer der über den Querschnitt einer in der Kolonne (2) angeordneten dreidimensionalen Reaktionspackung (8) verteilten Flüssigkeits-Aufgabestellen (18) dieser Reaktionspackung zugeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die jeweils entstehenden Teilströme nicht wieder mit anderen Teilströmen zusammengeführt werden und das Verhältnis der Aufgabestellen (18) zu den Ablaufstellen (14) so gewählt wird, daß die Anzahl der Aufgabestellen (18) ein ganzzahliges Vielfaches der Ablaufstellen (14) bildet.
3. Anordnung für die Verteilung der Flüssigkeit in einer Reaktionskolonne (2) auf eine Vielzahl von in einem im wesentlichen regelmäßigen Raster über einen Querschnittsbereich der Kolonne (2) verteilten Flüssigkeitsaufgabestellen (18) an der Oberseite einer in der Kolonne angeordneten dreidimensionalen Reaktionspackung (8), mit

einem Flüssigkeitsverteiler (4) mit einer Anzahl von gleichartigen Ablaufstellen (14) für die Flüssigkeit, die alle mit einem im wesentlichen gleichen statischen Flüssigkeitsdruck, insbesondere mit einer im wesentlichen gleichen Flüssigkeitsstauhöhe beaufschlagbar sind, und mit einem dem Verteiler nachgeordneten Verteil-Adapter (6) mit linearen Flüssigkeits-Leitelementen (20) mit jeweils einem oberen (22) und einer Mehrzahl von unteren Enden (24), wobei diese Flüssigkeitsleitelemente (20) zwischen ihrem oberen (22) und ihren unteren Enden (24) mehrstufig, insbesondere drei- bis siebenfach in einer Stufe (26, 28) verzweigt sind, und die oberen Enden (22) einzeln oder in gleichen Gruppen von mehreren einer Ablaufstelle (14) des Verteilers (4) und die unteren Enden (24) je einer Aufgabestelle (18) der Reaktionspackung (8) zugeordnet sind.

4. Anordnung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Flüssigkeits-Verteiler (4) unter Umgebungsdruck stehende Verteilerrinnen (10) aufweist.
5. Anordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ablaufstellen (14) Überlaufstellen der Verteilerrinnen (10) sind.
6. Anordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die den Ablaufstellen (14) des Verteilers (4) zugeordneten linearen Leitelemente (20) mit ihren oberen Enden (22) unter in den Seitenwänden der Verteilerrinnen angeordneten Überlaufstellen angebracht sind.
7. Anordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die den Ablaufstellen (14) des Verteilers (4) zugeordneten linearen Leitelemente (20) in Rohrstützen (46) eingeführt sind, die von unten in die Verteilerrinnen (10) hineinragen, und daß an diesen Rohrstützen (46) die Überlaufstellen (48) der Verteilerrinnen (10) angeordnet sind.

8. Anordnung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Überlaufstellen Kerben in den Oberkanten dieser Rohrstutzen und/oder seitliche Einlauföffnungen (48) in den Rohrstutzen (46) aufweisen.
9. Anordnung nach mindestens einem der Ansprüche 3-8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die linearen Leitelemente (20) aus Strängen von Drähten oder Fäden gebildet sind, und, von den unteren Enden (24) ausgehend, an den Verzweigungsstellen (26, 28) jeweils gebündelt sind und gemeinsam im oberen Ende (22) des Leitelementes (20) zusammengefaßt sind, wobei die linearen Leitelemente (20) an ihren unteren Enden (24) aus monofilen oder aus multifilen Teilsträngen bestehen.
10. Anordnung nach Anspruch 9, zurückbezogen auf Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stränge eines linearen Leitelementes (20) am oberen Ende (22) unter Erhalt offener Querschnittsbereiche in einen dieser Rohrstutzen (46) des Verteilers (4) durch dessen Boden eingeführt und in dem Rohrstutzen (46) gehalten sind.
11. Anordnung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß der offene Strömungsquerschnitt eines Stranges (20, 22) durch einen auf die Stirnseite seines oberen Endes aufgelegten Strömungsbegrenzer, insbesondere in Form einer Drosselscheibe (50) und/oder eines Filterplättchens (51), beispielsweise aus Sintermetall, begrenzt ist.
12. Anordnung nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß in den Rohrstutzen (46), insbesondere oberhalb der Stränge, Absaugrohre (52) zum Absaugen farbstoffhaltiger oder überschüssiger Flüssigkeit vorgesehen sind.

13. Anordnung nach mindestens einem der Ansprüche 3-12, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Flüssigkeitsverteiler (4) kardanisch aufgehängt ist und die linearen Flüssigkeits-Leitelemente (20) des nachgeordneten Verteil-Adapters (6), die mit ihren unteren Enden (24) mit je einer Aufgabestelle (18) der Reaktionspackung (8) verbunden sind, elastisch sind.
14. Anordnung nach mindestens einem der Ansprüche 3-13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die unteren Enden (24) aller linearen Leitelemente (20), insbesondere in Übereinstimmung mit den Aufgabestellen (18) der Reaktionspackung (8), auf den Knotenpunkten eines in einer Horizontalebene der Kolonne gedachten polygonalen Rasters, insbesondere eines Dreieckrasters, eines Viereckrasters oder eines hexagonalen Rasters liegen.
15. Anordnung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß auch die Verzweigungspunkte (26, 28) jeder Stufe der linearen Leitelemente (20) des Adapters (6) jeweils auf den Knotenpunkten eines polygonalen Rasters liegen, wobei die Raster der Verzweigungspunkte (26, 28) vom Raster der unteren Enden (24) der Leitelemente verschieden sein können.
16. Anordnung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Verzweigungspunkt einer Stufe des Adapters eine Aufteilung auf vier oder fünf Teilstränge aufweist, wobei vier der Teilstränge in der Projektion gesehen unter Winkeln von 90° miteinander, vom Verzweigungspunkt weggespreizt sind und der gegebenenfalls fünfte Teilstrang zentral weitergeführt ist.
17. Anordnung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Verzweigungspunkt (26, 28) einer Stufe des Adapters (6) eine

Aufteilung auf sechs oder sieben Teilstränge aufweist, wobei sechs der Teilstränge in der Projektion gesehen unter Winkeln von 60° miteinander vom Verzweigungspunkt gespreizt sind und der gegebenenfalls siebte Teilstrang zentral weitergeführt ist.

18. Anordnung nach mindestens einem der Ansprüche 14-17, **dadurch gekennzeichnet**, daß insbesondere im mittleren Bereich des Adapters (6) Teilstränge benachbarter Leitelemente in Knotenpunkten der Raster zusammengeführt sind.
19. Anordnung nach mindestens einem der Ansprüche 14-18, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Teilstränge benachbarter Leitelemente keine Berührungspunkte haben.
20. Reaktionspackung zur Verwendung in einer Rieselkolonne für den Stoff- und/oder Energieaustausch mit einer Vorrichtung zur Verteilung zu verrieselnder Flüssigkeit nach den Ansprüchen 3-19, aufweisend eine geordnete, dreidimensionale Gitterstruktur mit einer Vielzahl über einen oberen Querschnitt der Packung gleichmäßig verteilter Flüssigkeits-Aufgabestellen (18), **dadurch gekennzeichnet**, daß das dreidimensionale Gitter aus linearen Flüssigkeits-Leitelementen aufgebaut ist und die Flüssigkeits-Aufgabestellen (18) an den Knotenpunkten eines gedachten, polygonalen Rasters, insbesondere eines Dreieckrasters, eines Viereckrasters oder eines hexagonalen Rasters liegen.
21. Reaktionspackung nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, daß die linearen Leitelemente allgemein senkrecht durch die Rieselkolonne verlaufende Stränge (30, 40) aus Drähten oder Fäden sind, die in gleichmäßigen Abständen gebündelt sind und zwischen den Bündelpunkten (32) in Teilstränge (34, 42) aufgespreizt sind, wobei

aufgespreizte Teilstränge (34, 42) mit entsprechenden Teilsträngen (34, 42) benachbarter Stränge (30, 40) in Berührung stehen.

22. Reaktionspackung nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß die miteinander in Berührung stehenden Teilstränge (34, 42) benachbarter Stränge (30, 40) an den Berührungspunkten (36) miteinander verbunden sind.
23. Reaktionspackung nach Anspruch 21 oder 22, **dadurch gekennzeichnet**, daß in den Bündelpunkten (32) der Stränge (34, 42) die Teilstränge in Parallelführung miteinander verbunden oder durch Bündelungshilfsmittel (38) gehalten sind.
24. Reaktionspackung nach Anspruch 21 oder 22, **dadurch gekennzeichnet**, daß in den Bündelpunkten der Stränge (40) die Teilstränge (42) miteinander verdrillt sind.
25. Reaktionspackung nach mindestens einem der Ansprüche 21-24, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeweils ein Teilstrang (44) eines Stranges (40) ohne seitliche Auslenkung zentral von Bündelpunkt zu Bündelpunkt weitergeführt ist.
26. Reaktionspackung nach mindestens einem der Ansprüche 21-25, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bündelpunkte (32) der Stränge (30, 40) jeweils in den Knotenpunkten einer Ebene des gedachten polygonalen Rasters liegen.
27. Reaktionspackung nach mindestens einem der Ansprüche 21-26, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Berührungspunkte (36) zwischen Teilsträngen (34) benachbarter Stränge (30) in einer Ebene zwischen den horizontalen Rasterebenen, in der Projektion gesehen, in

Mittelpunkten der Flächen des Rasters liegen, oder in den Knotenpunkten eines zu dem Raster der Bündelpunkte (32) versetzt liegenden gedachten polygonalen Rasters.

28. Reaktionspackung nach Anspruch 26 oder 27, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Strang vier oder fünf Teilstränge aufweist, wobei vier Teilstränge in der Projektion gesehen unter Winkeln von jeweils 90° zueinander von einem Bündelpunkt weggespreizt sind und der gegebenenfalls fünfte Teilstrang zentral weitergeführt ist.
29. Reaktionspackung nach Anspruch 26 oder 27, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Strang (30, 40) sechs oder sieben Teilstränge aufweist, wobei sechs Teilstränge (34, 42) in der Projektion gesehen unter Winkeln von jeweils 60° miteinander von einem Bündelpunkt weggespreizt sind und der gegebenenfalls siebte Teilstrang (44) zentral weitergeführt ist.
30. Reaktionspackung nach mindestens einem der Ansprüche 21-29, **dadurch gekennzeichnet**, daß die aufgespreizten Teilstränge (42), die mit Teilsträngen (42) benachbarter Stränge (40) in Berührung stehen, einen von einem gestreckten Verlauf zwischen den Bündelpunkten und den Berührungsstellen abweichenden Verlauf aufweisen, insbesondere spiralig oder gebogen verlaufen.
31. Reaktionspackung nach mindestens einem der Ansprüche 20-30, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abmessungen des Gitters über die Höhe der Packung stufenweise unterschiedlich sind.
32. Reaktionspackung nach mindestens einem der Ansprüche 21-31, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bündelpunkte (32) der obersten Rasterebene die Aufgabestellen (18) für die Flüssigkeit sind.

33. Einbaueinheit für eine Rieselkolonne mit einem Verteil-Adapter (6) aus der Anordnung nach mindestens einem der Ansprüche 3-18 und einer Reaktionspackung (8) nach mindestens einem der Ansprüche 20-32, **dadurch gekennzeichnet**, daß die unteren Enden (24) der Flüssigkeits-Leitelemente (20) des Adapters (6) mit den Strängen (30, 40) der Flüssigkeitsleitelemente der Reaktionspackung (8) verbunden sind.
34. Einbaueinheit nach Anspruch 33, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stränge (30) der Reaktionspackung mit den unteren Enden (24) der Flüssigkeits-Leitelemente (20) des Adapters (6) einstückig ausgebildet sind und durchlaufend den Aufbau des Adapters (6) bilden.
35. Einbaueinheit nach Anspruch 33 oder 34, **dadurch gekennzeichnet**, daß unterhalb der Reaktionspackung (8) ein Sammel-Adapter (5) angeordnet ist, dessen Aufbau einem auf den Kopf gestellten Verteil-Adapter (6) entspricht.
36. Einbaueinheit nach Anspruch 35, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stränge (30) der Reaktionspackung (8) von ihren unteren Bündelpunkten in Form des Sammel-Adapters (5) weitergeführt sind.
37. Einbaueinheit nach mindestens einem der Ansprüche 33-36, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen den Bündelpunkten, insbesondere der obersten und untersten Rasterebene der Reaktionspackung (8), Abstandshalter vorgesehen und/oder anbringbar sind.
38. Einbaueinheit nach mindestens einem der Ansprüche 33-37, **dadurch gekennzeichnet**, daß an der Innenwand des Kolonnenmantels oder um die Reaktionspackung (8) herum nach unten und innen gerichtete Abweisflächen (56) vorgesehen sind, deren Ablaufkanten an die Reaktionspackung (8) führen.

39. Einbaueinheit nach mindestens einem der Ansprüche 35-38, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie mindestens zwei übereinander angeordnete Reaktionspackungen aufweist, die durch einen Sammel-Adapter (5) an der oberen und einen Verteil-Adapter an der unteren Reaktionspackung verbunden sind.
40. Einbaueinheit nach mindestens einem der Ansprüche 33-39, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Drähte bzw. Fäden der linearen Flüssigkeits-Leitelemente (20) und deren Stränge (30) elektrisch leitend oder wärmeleitend und/oder mit katalytischer Wirkung ausgeführt sind.
41. Einbaueinheit nach mindestens einem der Ansprüche 33-40, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Flüssigkeits-Leitelemente (20) und deren Stränge aus einem metallischen Material oder einem nichtmetallischen Material, insbesondere einem Kunststoff, Glasfasern oder Kohlefasern bestehen.
42. Einbaueinheit nach mindestens einem der Ansprüche 33-41, **dadurch gekennzeichnet**, daß die einzelnen oder parallel zueinander angeordneten Drähte und Fäden der linearen Flüssigkeits-Leitelemente (20) monofil oder multifil ausgebildet sind, aus versponnenen Fasern (Filamenten) bestehen, verdreht oder gespreizt ausgebildet sind oder eine bestimmte Strukturierung aufweisen, wozu auch Maschenkettens zu rechnen sind.
43. Flüssigkeits-Verteil-Adapter mit den Merkmalen wie in den Ansprüchen 3, 9 und 14-19 definiert.

Fig. 1

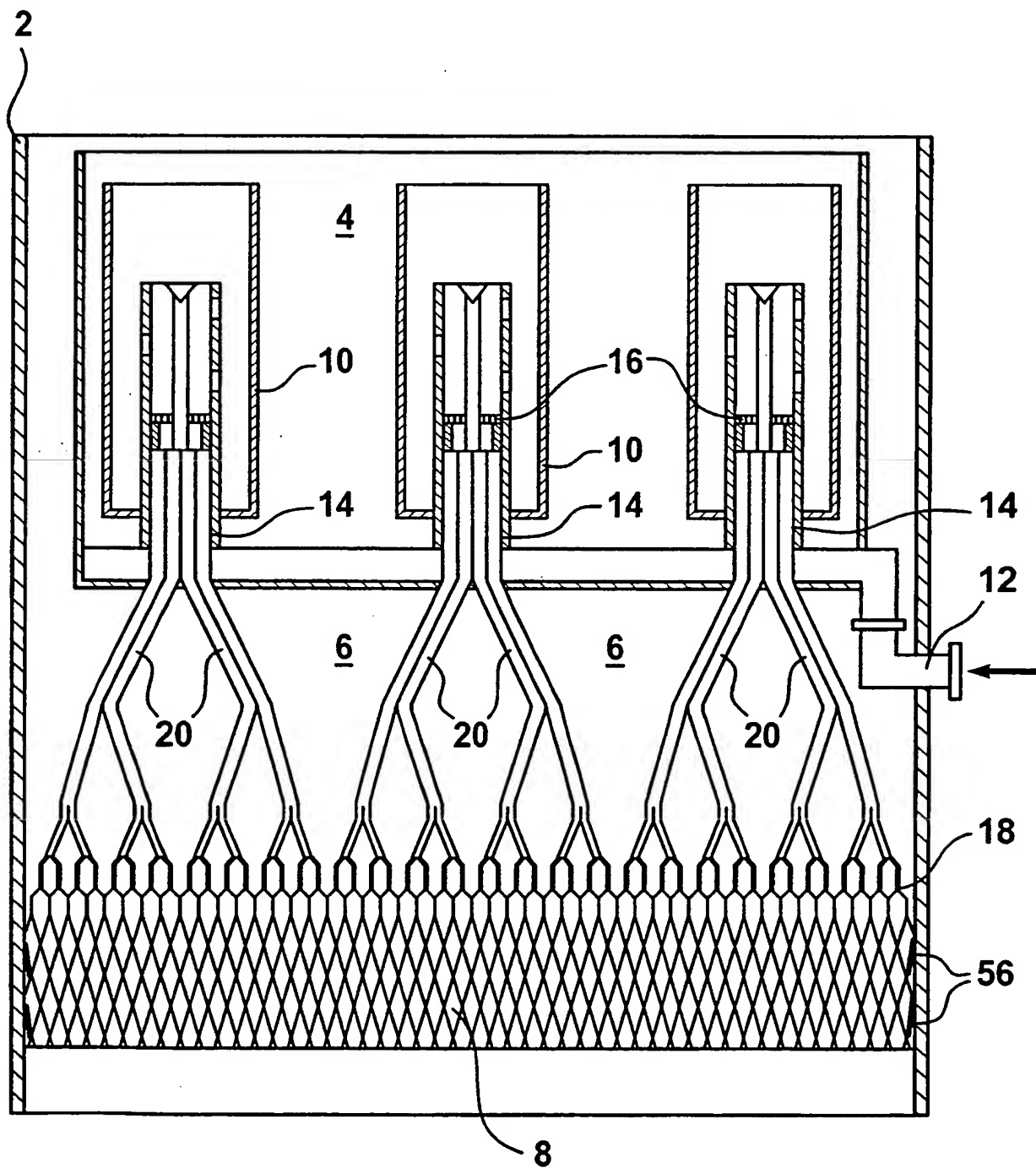
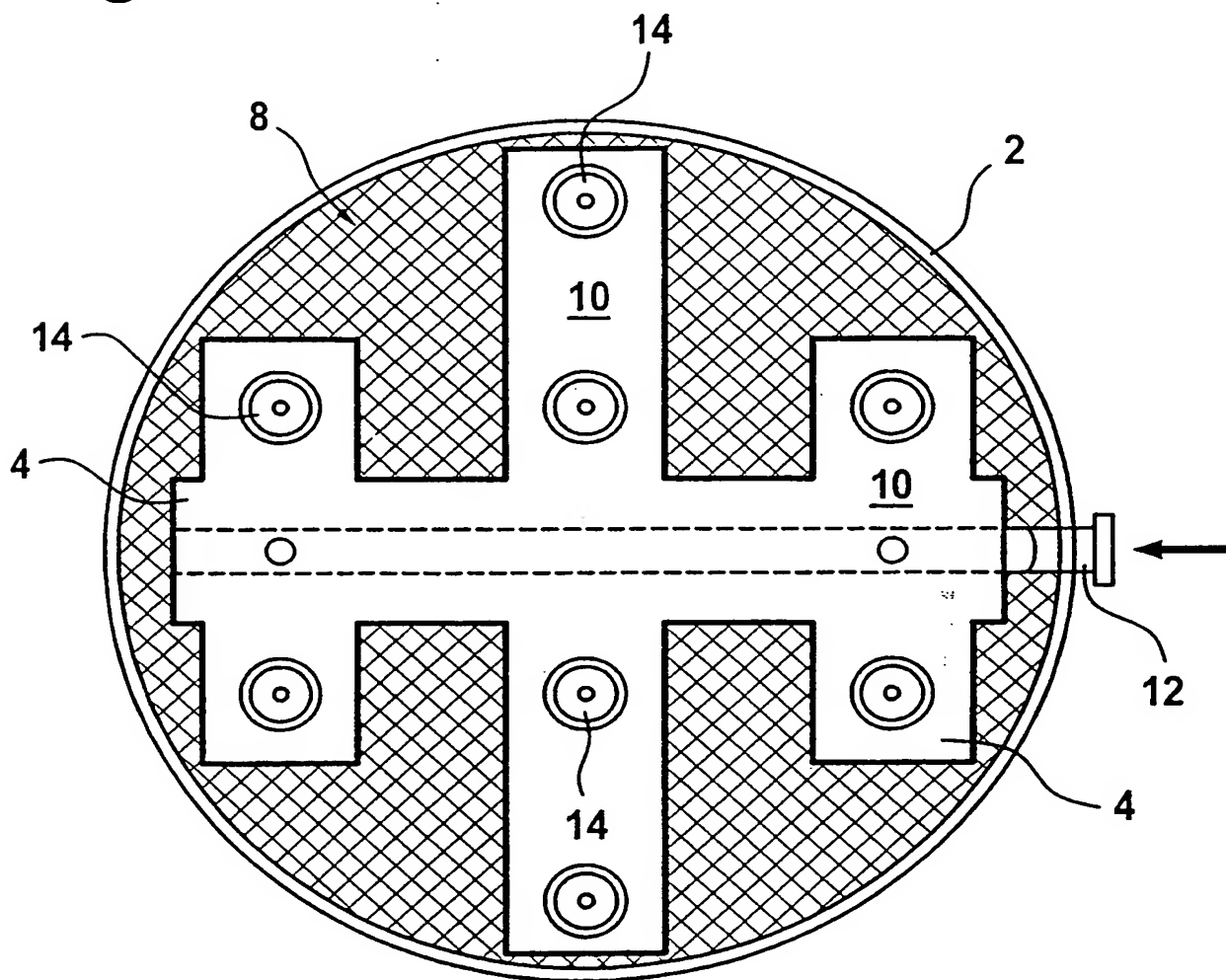
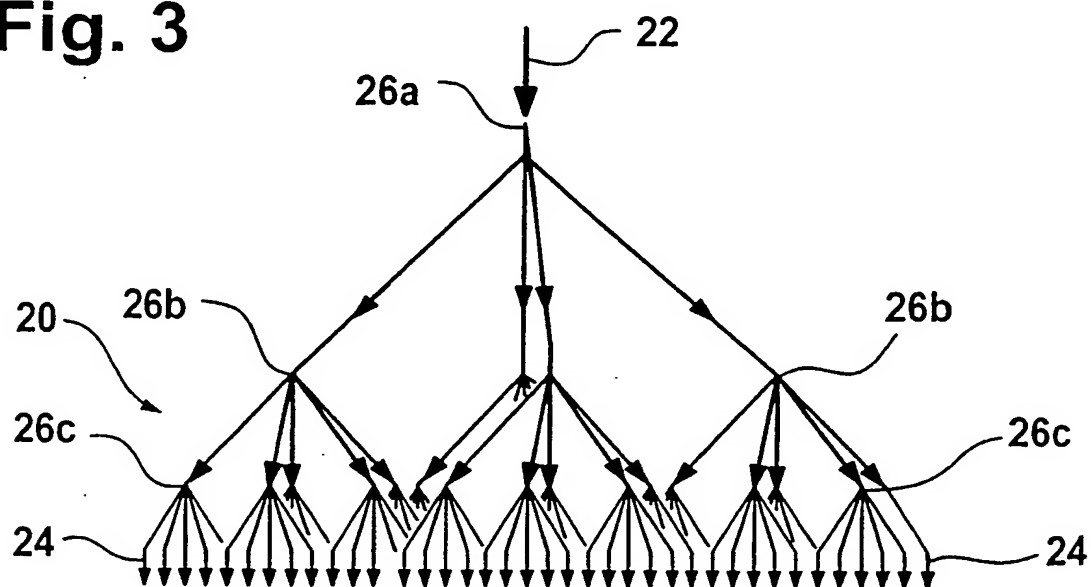
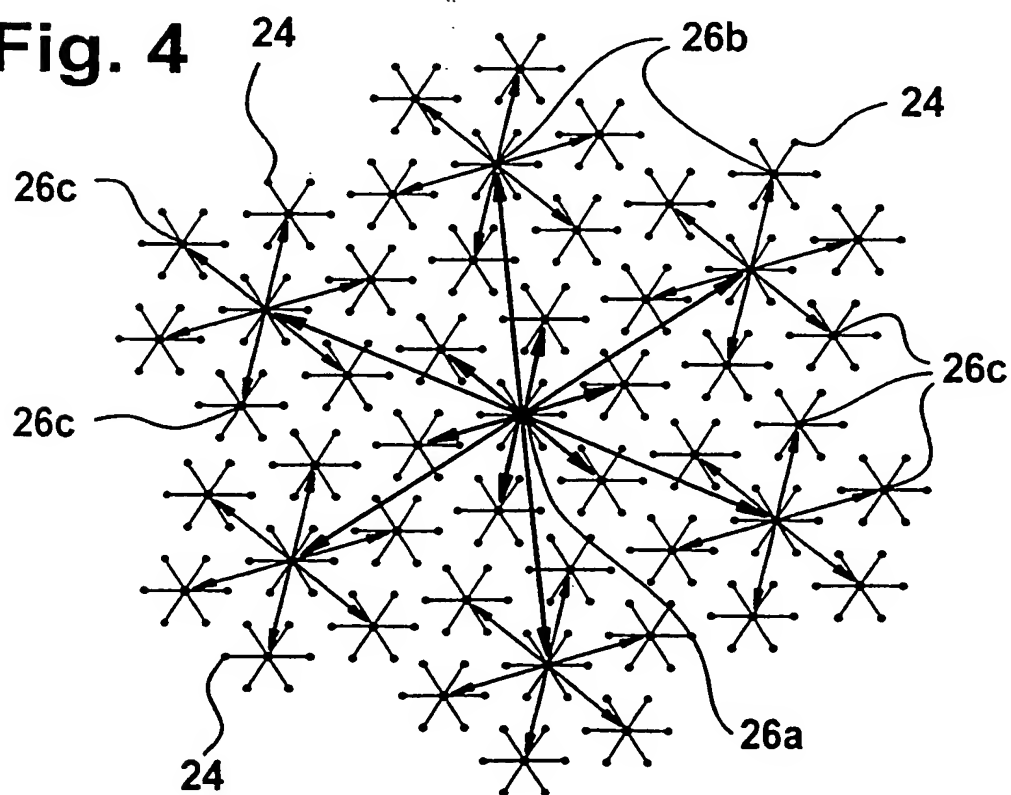


Fig. 2



3 / 8

Fig. 3**Fig. 4**

4 / 8

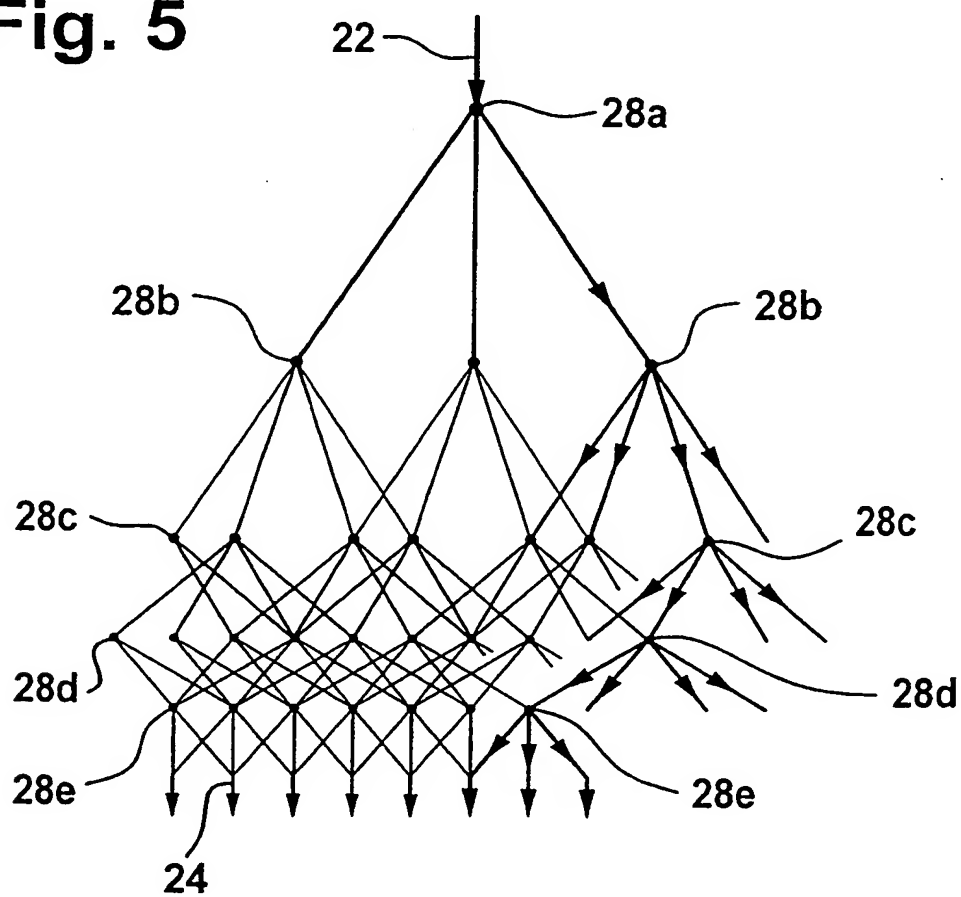
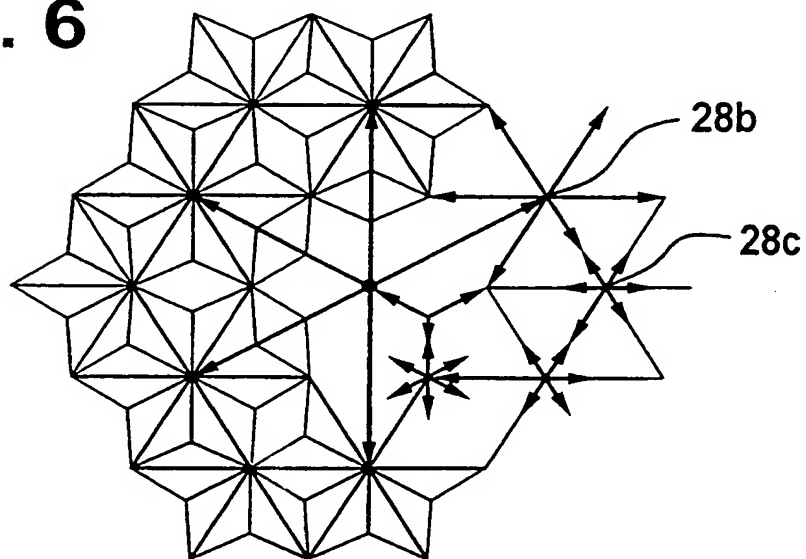
Fig. 5**Fig. 6**

Fig. 7a

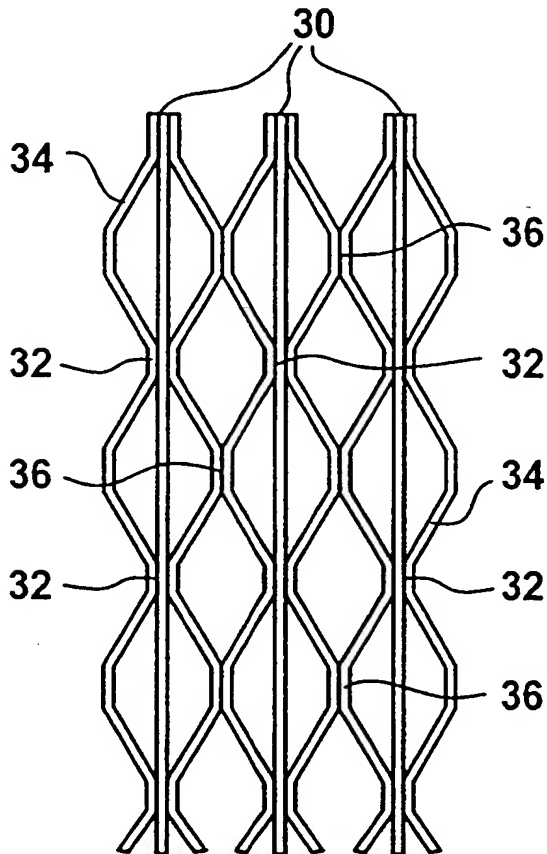


Fig. 8a

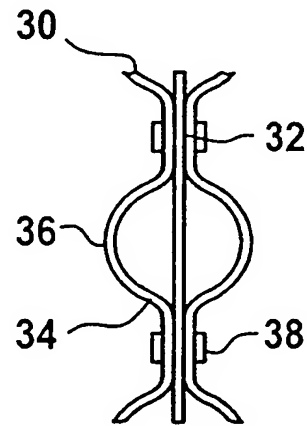


Fig. 9a

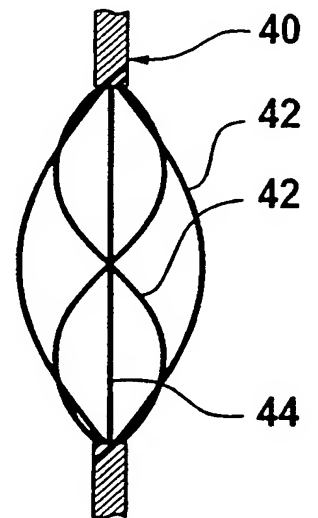


Fig. 7b

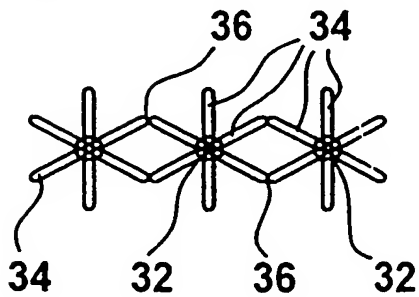


Fig. 8b

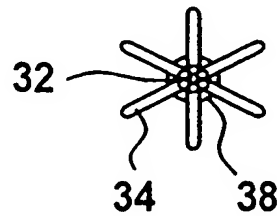


Fig. 9b

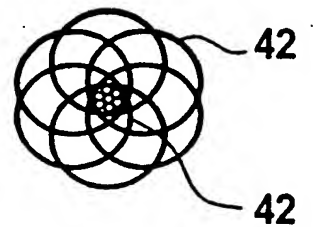


Fig. 7c

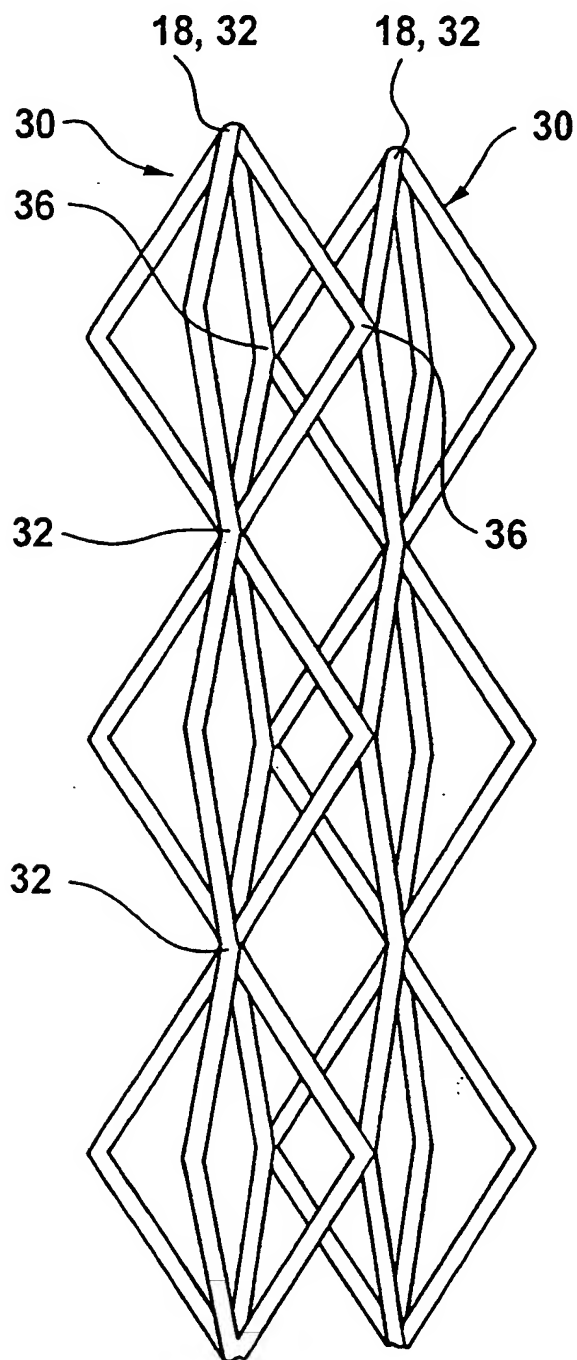
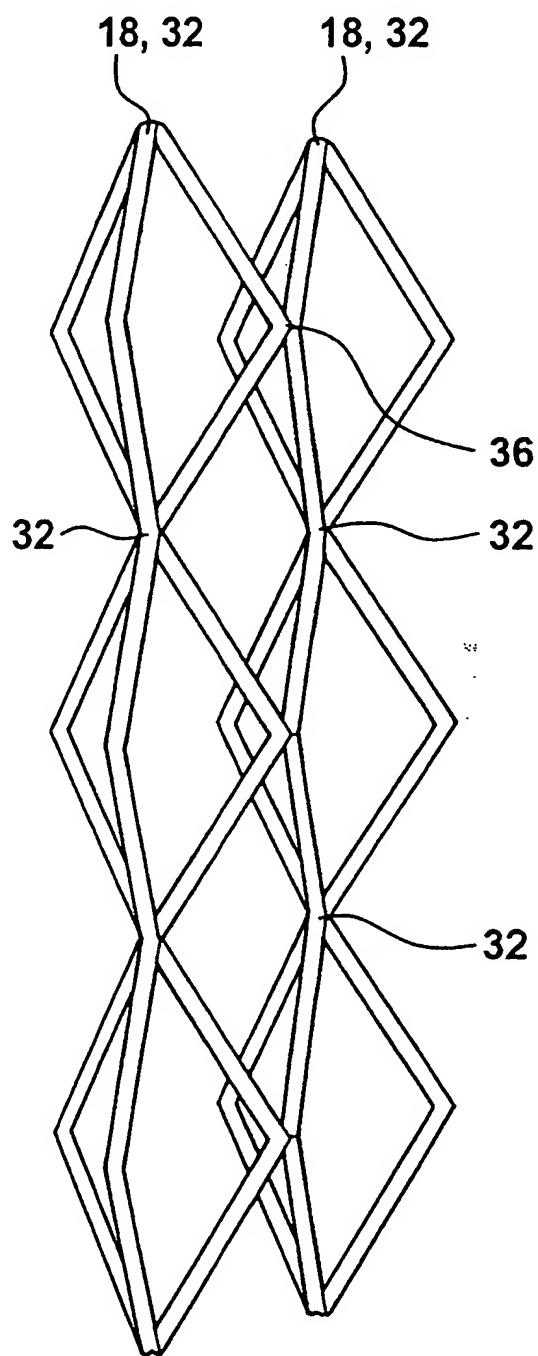


Fig. 7d



7 / 8

Fig. 10

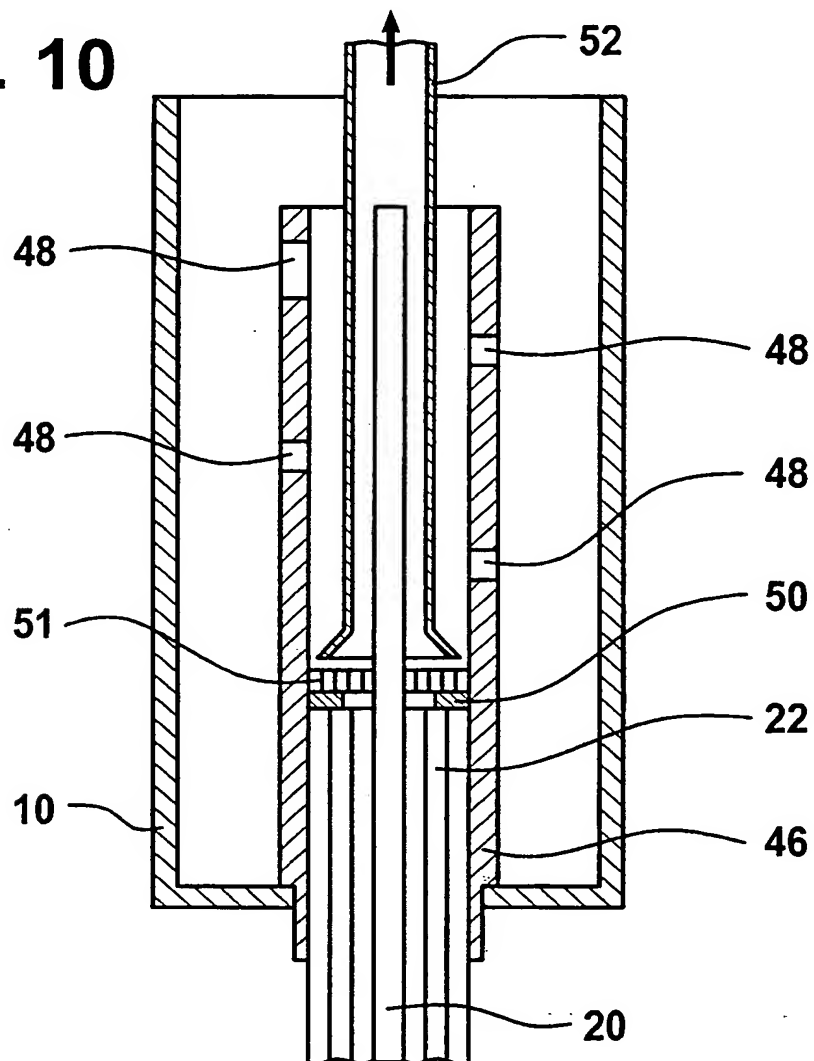
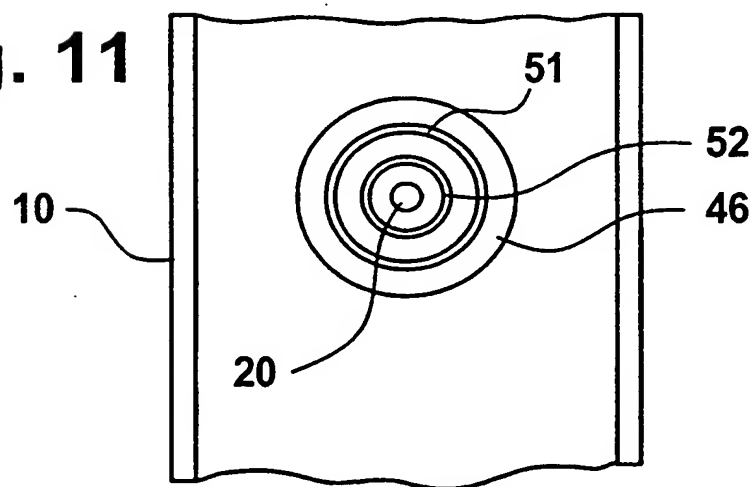
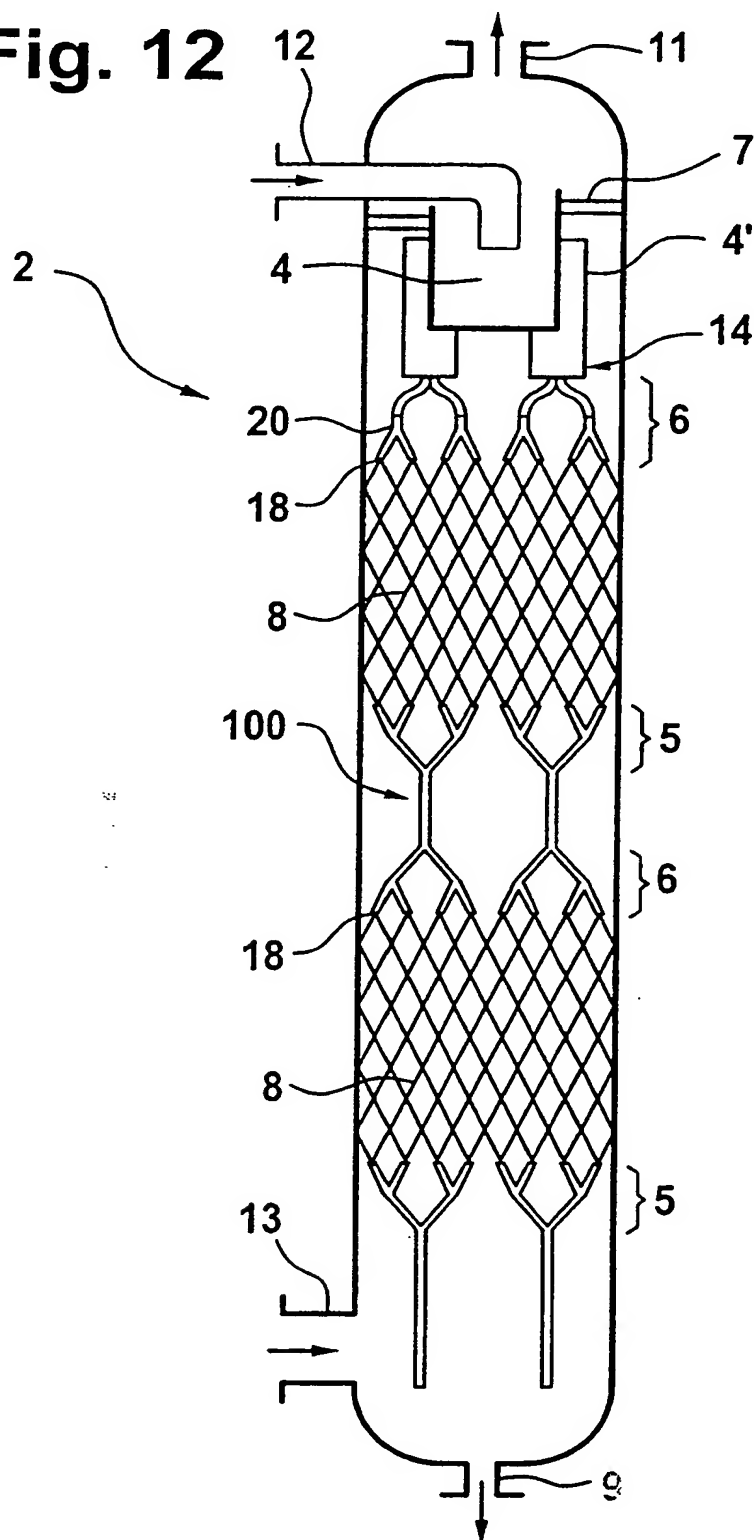


Fig. 11



8 / 8

Fig. 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/07756

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 B01D3/00 B01J19/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B01D B01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A | US 2 490 080 A (FRANCIS L. MELVILL) 6 December 1949 (1949-12-06) cited in the application --- | |
| A | DE 297 01 830 U (RASCHIG AG) 5 June 1997 (1997-06-05) --- | |
| A | GB 1 388 726 A (MSCHINEN UND APPARATEBAU GRIMM) 26 March 1975 (1975-03-26) ----- | |

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 December 2000

Date of mailing of the international search report

08/12/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Van Belleghem, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/07756

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|-------------------------------------------|---------------------|------------------------------|--------------------------|
| US 2490080 A | 06-12-1949 | NONE | |
| DE 29701830 U | 05-06-1997 | WO 9833570 A EP 0958019 A | 06-08-1998 24-11-1999 |
| GB 1388726 A | 26-03-1975 | NONE | |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter. nales Aktenzeichen

PCT/EP 00/07756

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B01D3/00 B01J19/32

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B01D B01J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

WPI Data, EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| A | US 2 490 080 A (FRANCIS L. MELVILL) 6. Dezember 1949 (1949-12-06) in der Anmeldung erwähnt | |
| A | DE 297 01 830 U (RASCHIG AG) 5. Juni 1997 (1997-06-05) | |
| A | GB 1 388 726 A (MSCHINEN UND APPARATEBAU GRIMM) 26. März 1975 (1975-03-26) | |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

1. Dezember 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

08/12/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Van Belleghem, W

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/07756

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | | Datum der Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|---|-------------------------------|-----------------------------------|--|-------------------------------|
| US 2490080 | A | 06-12-1949 | KEINE | | |
| DE 29701830 | U | 05-06-1997 | WO 9833570 A | | 06-08-1998 |
| | | | EP 0958019 A | | 24-11-1999 |
| GB 1388726 | A | 26-03-1975 | KEINE | | |